



TEKNIK PEMESINAN BUBUT 1

Program Studi: Teknik Teknik Pemeliharaan Mekanik
Industri

Kode: TM.TPMI-TPL 1



DIREKTORAT PEMBINAAN SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN MENENGAH
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN



BAB II

KEGIATAN PEMBELAJARAN

A. Deskripsi

Kegiatan pembelajaran **"Teknik Pemesinan Bubut 1"**, terdiri dari beberapa kegiatan belajar diantaranya: mesin bubut standar, macam-alat potong pada mesin bubut, parameter pemotongan pada mesin bubut dan teknik pembubutan. Materi yang akan dibahas dalam Buku Teks Bahan Ajar Ini masih bersifat dasar, sehingga masih ada bahasan materi lanjutan terkait teknik pemesinan bubut.

B. Kegiatan Belajar 1- Mesin Bubut Standar

1. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi ini, dengan melalui mengamati, menanya, pengumpulan data, mengasosiasi dan mengkomunikasikan, peserta didik dapat:

- a. Menjelaskan fungsi mesin bubut standar
- b. Menyebutkan bagian-bagian utama mesin bubut
- c. Menjelaskan fungsi bagian-bagian utama mesin bubut
- d. Menyebutkan perlengkapan mesin bubut
- e. Menjelaskan fungsi perlengkapan mesin bubut
- f. Menggunakan mesin bubut standar sesuai SOP

2. Uraian Materi

Sebelum mempelajari materi mesin bubut standar, lakukan kegiatan sebagai berikut:

Pengamatan:

Silahkan mengamati mesin bubut yang terdapat pada (Gambar 1.1) atau objek lain sejenis disekitar anda (dilingkungan bengkel mesin produksi). Selanjutnya tugas anda adalah:

1. Sebutkan bagian-bagian utama mesin bubut standard berikut fungsinya
2. Sebutkan perlengkapan mesin mesin bubut standard berikut fungsinya
3. Jelaskan bagaimana cara mengoperasikan mesin bubut standart, dan



Gambar 1.1. Mesin bubut standar

Menanya:

Apabila anda mengalami kesulitan dalam menjawab tugas diatas, bertanyalah/ berdiskusi/ berkomentar kepada sasama teman atau guru yang sedang membimbing anda.

Mengekplorasi:

Kumpulkan data secara individu atau kelompok, terkait tugas tersebut melalui: benda konkrit, dokumen, buku sumber, atau hasil eksperimen.

Mengasosiasi:

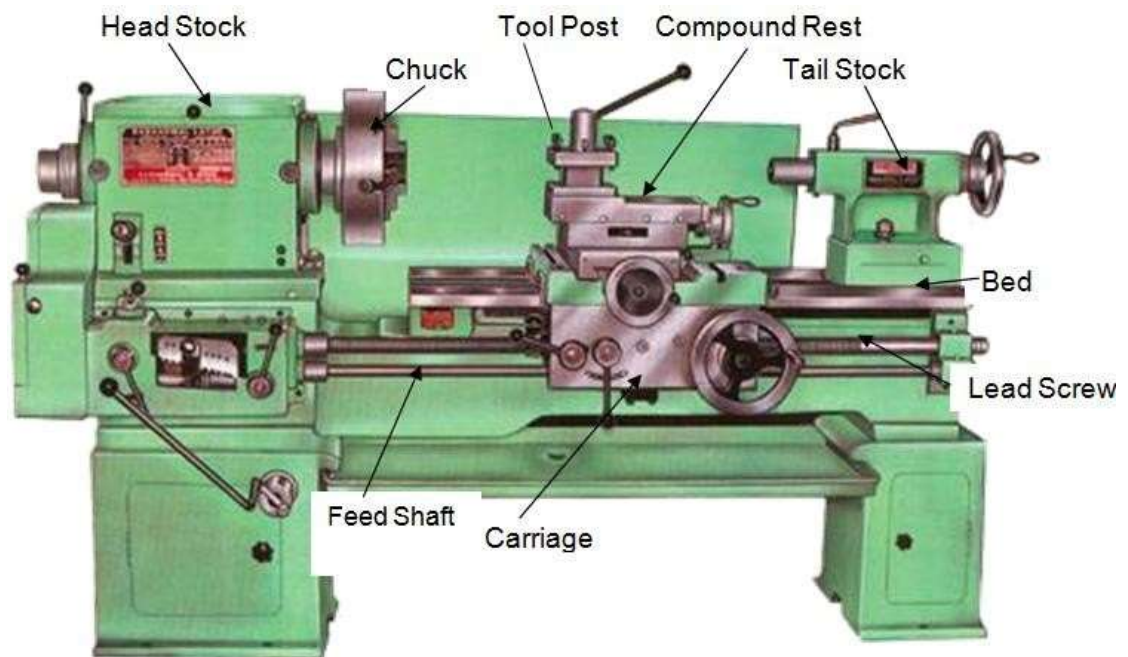
Selanjutnya katagorikan/ kelompokkan masing-masing bagian dan perlengkapan mesin bubut standar. Apabila anda sudah melakukan pengelompokan, selanjutnya jelaskan bagaimana cara menggunakannya.

Mengkomunikasikan:

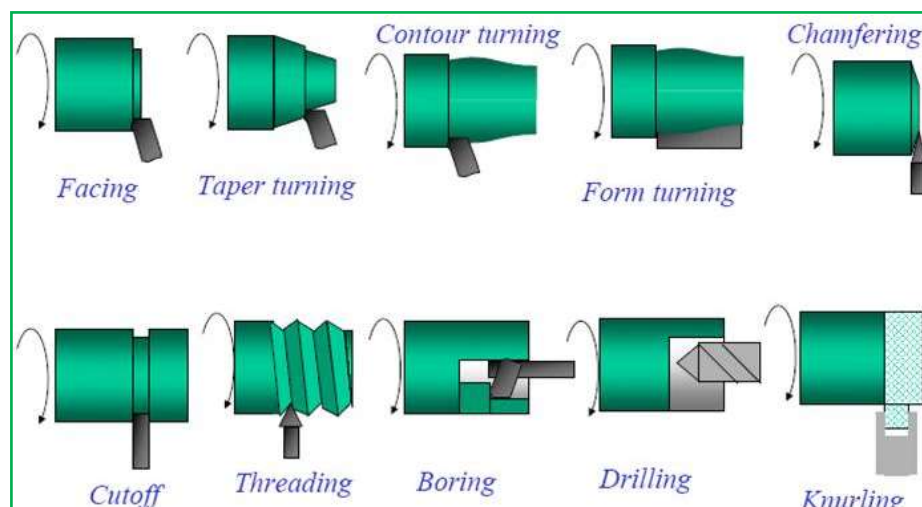
Presentasikan hasil pengumpulan data-data anda terkait mesin bubut stanadar, dan selanjutnya buat laporannya.

MESIN BUBUT STANDAR/BIASA

Mesin bubut standar (Gambar 1.2a), merupakan salahsatu jenis mesin yang paling banyak digunakan pada bengkel-bengkel pemesinan baik itu di industri manufaktur, lembaga pendidikan kejuruan dan lembaga dikat atau pelatihan. Fungsi mesin bubut standar pada prinsipnya sama dengan mesin bubut lainnya, yaitu untuk: membubut muka/facing, rata lurus/bertingkat, tirus, alur, ulir, bentuk, mengebor, memperbesar lubang, mengkartel, memotong dll. (Gambar. 1.2b).



Gambar 1.2a. Mesin bubut standar



Gambar 1.2b. Fungsi mesin bubut standar

a. Bagian-bagian Utama Mesin Bubut Standar

Untuk dapat digunakan secara maksimal, mesin bubut standar harus memiliki bagian-bagian utama yang standar. Bagian-bagian mesin bubut standar diantaranya:

1) Kepala Tetap (*Head Stock*)

Kepala tetap (*head stock*), terdapat spindle utama mesin (Gambar 1.3a) yang berfungsi sebagaiudukan beberapa perlengkapan mesin bubut diantaranya: cekam (*chuck*), kollet, senter tetap, atau pelat pembawa rata (*face plate*) dan pelat pembawa berekor (*driving plate*). Alat-alat perlengkapan tersebut dipasang pada spindel mesin berfungsi sebagai pengikat atau penahan benda kerja yang akan dikerjakan pada mesin bubut (Gambar 1.3b).



Gambar 1.3a. Spindel utama mesin bubut



Gambar 1.3b. Kepala tetap terpasang cekam (*chuck*) pada spindel utama mesin bubut

Didalam konstruksi kepala tetap, terdapat roda pully yang dihubungkan dengan motor penggerak (Gambar 1.4). Dengan tumpuan poros dan mekanik lainnya, pully dihubungkan dengan poros spindel dan beberapa susunan transmisi mekanik dalam gear box (Gambar 1.5). Susunan transmisi mekanik dalam gear box tersebut terdapat beberapa komponen diantaranya, roda gigi berikut poros tumpuannya, lengan penggeser posisi roda gigi dan susunan mekanik lainnya yang berfungsi sebagai pengatur kecepatan putaran mesin, kecepatan pemakanan dan arah pemakanan.

Susunan transmisi mekanik didalam gear box, dihubungkan dengan beberapa tuas/handel dibagian sisi luarnya, yang rancangan atau didesainnya dibuat sedemikian rupa agar seorang operator mudah dan praktis untuk menjangkau dalam rangka menggunakan/mengatur dan merubah tuas/handel tersebut sesuai dengan kebutuhannya.



Gambar 1.4. Roda pully dan mekanik lainnya



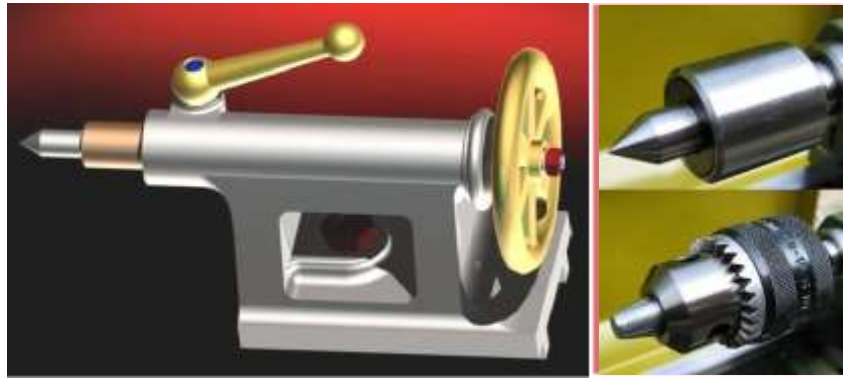
Gambar 1.5. Gear box pada kepala tetap

Setiap mesin bubut dengan merk atau prabrikaan yang berbeda, pada umumnya memiliki posisi dan konstruksi tuas/ handel yang berberbeda pula walaupun pada prinsipnya memiliki fungsi yang sama. Contoh pada jenis mesin bubut standar “Celtic 14”, dapat memperoleh putaran mesin yang berbeda-beda apabila hubungan diantara roda gigi diadalamnya diubah-ubah menggunakan tuas pengatur kecepatan putaran yaitu “A” (kerja tunggal) dan “B” (kerja ganda). Putaran cepat (tinggi) biasanya dilakukan pada kerja tunggal, yaitu diperlukan untuk pembubutan dengan tenaga ringan atau pemakanan kecil (finising), sedangkan putaran lambat dilakukan pada kerja ganda. yaitu diperlukan untuk membubut dengan tenaga besar dan *sayatan* tebal (pengasaran). Sedangkan tuas “C dan D” berfungsi mengatur kecepatan putaran transportir yang berhubungan dengan kehalusan pembubutan dan jenis ulir yang akan dibuat (dapat dilihat pada pelat tabel pembubutan dan ulir).

2) Kepala Lepas (*Tail Stock*)

Kepala lepas (*tail stock*) yang ditunjukkan pada (Gambar 1.6), digunakan sebagaiudukan senter putar (*rotary centre*), *senter* tetap, cekam bor (*chuck drill*) dan mata bor bertangkai tirus yang pemasanganya dimasukkan pada lubang tirus (*sleeve*) kepala lepas. Senter putar (*rotary centre*) atau *senter* tetap dipasang pada kepala lepas dengan tujuan untuk mendukung ujung benda kerja agar putarannya stabil, sedangkan cekam bor atau mata bor dipasang pada kepala lepas dengan tujuan untuk proses pengeboran.

Untuk dapat melakukan dorongan senter tetap/senter putar pada saat digunakan untuk menahan benda kerja dan mealkukan pengeboran pada kedalaman tertentu sesuai tuntutan pekerjaan, kepala lepas dilengkapi roda putar yang disertai sekala garis ukur (nonius) dengan ketelitian tertentu, yaitu antara 0,01 s.d 0,05 mm (Gambar 1.7).



Gambar 1.6 Kepala Lepas dan fungsinya



Gambar 1.7. Roda Putar pada kepala lepas

Kepala lepas ini dapat digeser sepanjang alas (*bed*) mesin. tinggi senter kepala lepas sama dengan kepala tetap. tinggi senter kepala lepas sama dengan tinggi senter kepala tetap.

Kepala lepas ini terdiri dari dua bagian yaitu alas dan badan, yang diikat dengan 2 baut pengikat yang dapat digeser untuk keperluan kedua senter sepusat, atau tidak sepusat yaitu pada waktu membubut tiruan tinggi senter kepala tetap. Kepala lepas ini terdiri dari dua bagian yaitu alas dan badan, yang diikat dengan 2 baut pengikat yang dapat digeser untuk keperluan kedua senter sepusat, atau tidak sepusat yaitu pada waktu membubut tirus

3) Alas/Meja Mesin (*Bed machine*)

Alas/meja mesin bubut (Gambar 1.8), digunakan sebagai tempat kedudukan kepala lepas, eretan, penyangga diam (*steady rest*) dan merupakan tumpuan gaya pemakanan pada waktu pembubutan. Bentuk alas/meja mesin bubut bermacam-macam, ada yang datar dan ada yang salah satu atau kedua sisinya mempunyai ketinggian tertentu. Selain itu, alat/meja mesin bubut memiliki

permukaannya yang sangat halus, rata dan kedataran serta kesejajarannya dengan ketelitian sangat tinggi, sehingga gerakan kepala lepas dan eretan memanjang di atasnya pada saat melakukan penyayatan dapat berjalan lancar dan stabil sehingga dapat menghasilkan pembubutan yang presisi. Apabila alas ini sudah aus atau rusak, akan mengakibatkan hasil pembubutan yang tidak baik atau sulit mendapatkan hasil pembubutan yang sejajar.

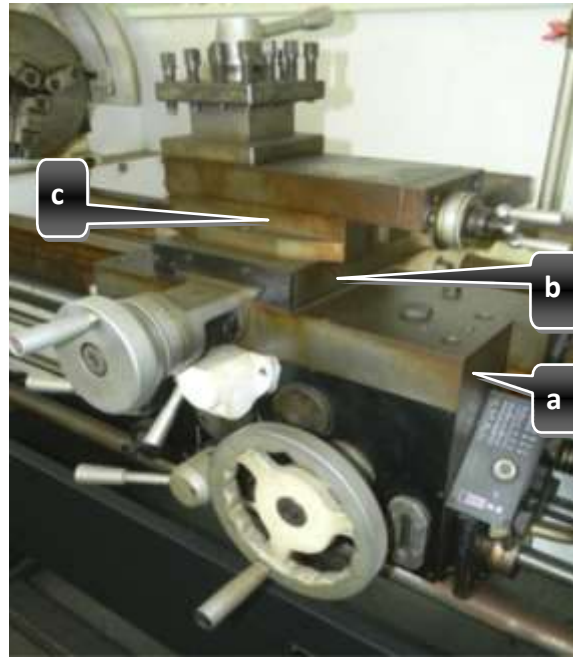


Gambar 1.8. Alas/bed mesin

4) Eretan (*carriage*)

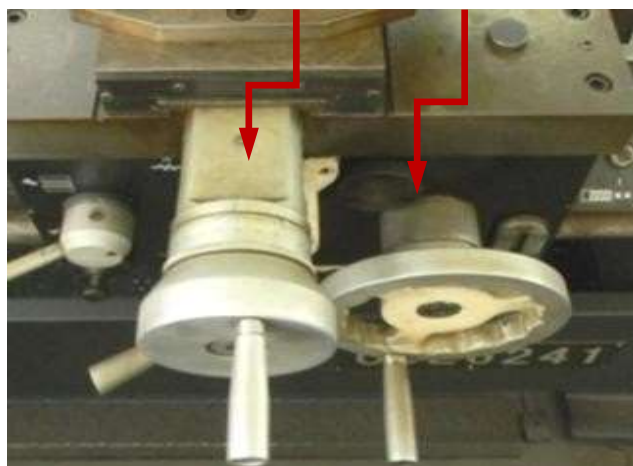
Eretan (*carriage*), terdiri dari tiga bagian/elemen diantaranya, **Petama:** Eretan memanjang (*longitudinal carriage*) terlihat pada (Gambar 1.9a), berfungsi untuk melakukan gerakan pemakanan arah memanjang mendekati atau menjauhi spindle mesin, secara manual atau otomatis sepanjang meja/alas mesin dan sekaligus sebagaiudukan eretan melintang. **Kedua:** Eretan melintang (*cross carriage*) terlihat pada (Gambar 1.9b), berfungsi untuk melakukan gerakan pemakanan arah melintang mendekati atau menjauhi sumbu senter, secara manual/otomatis dan sekaligus sebagaiudukan eretan atas. **Ketiga:** Eretan atas (*top carriage*) terlihat pada (Gambar 1.9c), berfungsi untuk melakukan pemakanan secara manual ke arah sudut yang dikehendaki sesuai penyetelannya.

Bila dilihat dari konstruksinya, eretan melintang bertumpu pada eretan memanjang dan eretan atas bertumpu pada eretan melintang. Dengan demikian apabila eretan memanjang digerakkan, maka eretan melintang dan eretan atas juga ikut bergerak/bergeser.



Gambar 1.9. Eretan (*carriage*) memanjang, melintang dan atas

Pada eretan memanjang dan melintang, dalam memberikan pemakanan dan mengatur kecepatan pemakanan dapat diatur menggunakan skala garis ukur (*nonius*) yang memiliki ketelitian tertentu yang terdapat pada roda pemutarnya (Gambar 1.10). Pada umumnya untuk eretan memanjang memiliki ketelitian skala garis ukurnya lebih kasar bila dibandingkan dengan ketelitian skala garis ukur pada eretan melintang, yaitu antara 0,1 s.d 0,5 mm dan untuk eretan melintang antara 0,01 s.d 0,05 mm. Skala garis ukur (*noniuos*) ini diperlukan untuk dapat mencapai ukuran suatu produk dengan toleransi dan suaian yang terdapat pada gambar kerja.



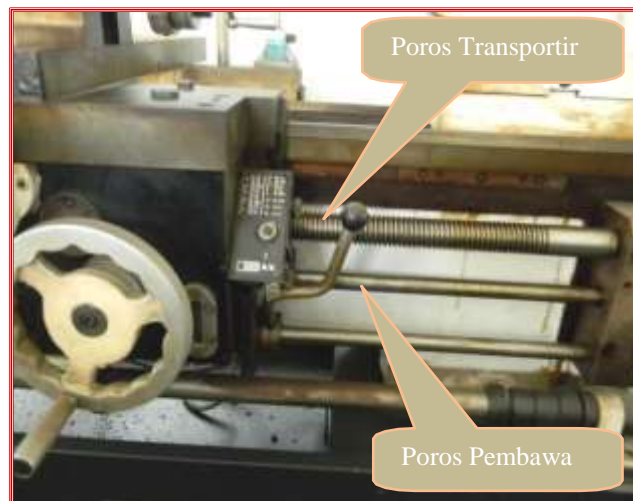
Gambar 1.10. Nonius pada roda pemutar eretan memanjang dan melintang

Gerakan secara otomatis eretan memanjang dan eretan melintang, karena adanya poros pembawa dan poros transportir yang dihubungkan secara mekanik dari gear box pada kepala tetap menuju gear box mekanik pada eretan. Pada gear box mekanik eretan, dihubungkan melalui transmisi dengan beberapa tuas/handel dan roda pemutar yang masing memiliki fungsi yang berbeda.

5) Poros Transportir dan Poros Pembawa

Poros transportir adalah sebuah poros berulir berbentuk segi empat atau trapesium dengan jenis ulir whitehworth (inchi) atau metrik (mm), berfungsi untuk membawa eretan pada waktu pembubutan secara otomatis, misalnya pembubutan arah memanjang/melintang dan ulir. Poros transporter untuk mesin bubut standar pada umumnya kisar ulir transportirnya antara dari $6 \div 8$ mm.

Poros pembawa adalah poros yang selalu berputar untuk membawa atau mendukung jalannya eretan dalam proses pemakanan secara otomatis. Poros transportir dan poros pembawa dapat dilihat pada (Gambar 1.11)

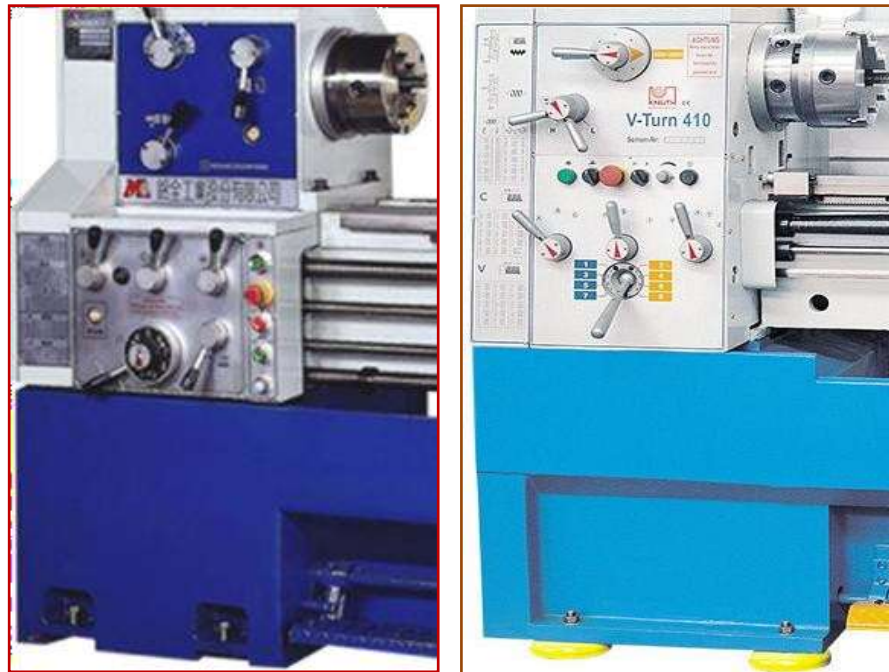


Gambar 1.11. Poros transporter dan proros pembawa eretan

6) Tuas/Handel

Tuas/ handel pada setiap mesin bubut dengan merk atau pabrikan yang berbeda, pada umumnya memiliki posisi/letak dan cara penggunaannya. Maka

dari itu, didalam mengatur tuas/handel pada setiap melakukan proses pembubutan harus berpedoman pada tabel-tabel petunjuk pengaturan yang terdapat pada mesin bubut tersebut (Gambar 1.2)



Gambar 1.12. Tuas pengatur kecepatan dan pengubah arah putaran transportir

7) Penjepit/Pemegang Pahat (*Tools Post*)

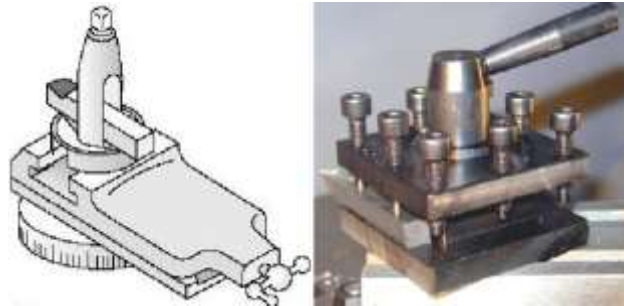
Penjepit/pemegang pahat (*Tools Post*) digunakan untuk menjepit atau memegang pahat. Bentuknya atau modelnya secara garis besar ada dua macam yaitu, pemegang pahat standar dan pemegang dapat dosetel (*justable tool poss*).

- **Pemegang pahat standar**

Pengertian rumah pahat standar adalah, didalam mengatur ketinggian pahat bubut harus dengan memberi ganjal sampai dengan ketinggiannya tercapai dan pengencangan pahat bubut dilakukan dengan dengan cara yang standar, yaitu dengan mengencangkan baut-baut yang terdapat pada pemegang pahat.

Pemegang pahat standar, bila dilihat dari dudukannya terdapat dua jenis yaitu,udukan pahat satu dan empat (Gambar 1.13). Pemegang pahat denganudukan satu, hanya dapat digunakan untuk mengikat/menjepit pahat bubut sebanyak satu buah, sedangkan pemegang pahat dengan

dudukan empat dapat digunakan untuk mengikat/menjepit pahat sebanyak empat buah sekaligus, sehingga bila dalam proses pembubutan membutuhkan beberapa bentuk pahat bubut akan lebih praktis prosesnya bila dibandingkan menggunakan pemegang pahat dudukan satu.



Gambar 1.13. Penjepit pahat standar

- **Pemegang Pahat Dapat disetel (*Justable Tool Post*)**

Pengertian rumah pahat dapat disetel adalah, didalam mengatur ketinggian pahat bubut dapat disetel ketinggiannya tanpa harus memberI ganjal, karena pada bodi pemegang pahat sudah terdapat dudukan rumah pahat yang desain konstruksinya disertai kelengkapan mekanik yang dengan mudah dapat menyetel, mengencangkan dan mengatur ketinggian pahat bubut.

Jenis pemegang pahat dapat disetel ini bila dilihat dari konstruksi dudukan rumah pahatnya terdapat dua jenis yaitu, pemegang pahat dapat disetel dengan dudukan rumah pahat satu buah (Gambar 1. 14) dan pemegang pahat dapat disetel dengan dudukan rumah lebih dari satu/ multi (Gambar 1.15).



Gambar 1. 14. Pemegang pahat dapat disetel dengan dudukan rumah pahat satu buah



Gambar 1. 15. Beberapa jenis pemegang pahat dapat disetel dengan dudukan rumah pahat lebih dari satu

Untuk jenis pemegang pahat dapat disetel dengan dudukan rumah pahat satu buah, karena hanya terdapat dudukan rumah pahat satu buah apabila ingin mengganti jenis pahat yang lain harus melepas terlebih dahulu rumah pahat yang sudah terpasang sebelumnya. Sedangkan untuk jenis pemegang pahat dapat disetel dengan dudukan rumah pahat lebih dari satu (multi), pada rumah pahatnya dapat dipasang dua buah atau lebih rumah pahat, sehingga apabila dalam proses pembubutan memerlukan beberapa jenis pahat bubut akan lebih mudah dan praktis dalam menggunakannya, karena tidak harus melepas/membongkar pasang rumah pahat yang sudah terpasang sebelumnya.

b. Pelengkapan Mesin Bubut Standar

Pada mesin bubut standar terdapat beberapa alat perlengkapan mesin diantaranya: alat pencekam/pengikat, alat pembawa, alat penahan/penyangga dan alat bantu pengeboran.

1) Alat Pencekam/Pengikat Benda Kerja

Alat pecekam benda kerja pada mesin bubut standar terdapat beberapa buah diantaranya:

- **Cekam (*Chuck*)**

Cekam adalah salahsatu alat perlengkapan mesin bubut yang fungsinya untuk menjepit/mengikat benda kerja pada proses pembubutan. Jenis alat ini apabila dilihat dari gerakan rahangnya dapat dibagi menjadi dua jenis yaitu, cekam sepusat (*self centering chuck*) dan cekam tidak sepusat (*independent chuck*).

Pengertian cekam sepusat adalah, apabila salahsatu rahang digerakkan maka **keseluruhan** rahang yang terdapat pada cekam akan bergerak bersama-sama menuju atau menjauhi pusat sumbu. Maka dari itu, cekam jenis ini sebaiknya hanya digunakan untuk mencekam benda kerja yang benar-benar sudah silindris. Cekam jenis ini rahangnya ada yang berjumlah tiga (*3 jaw chuck*) , empat (*4 jaw chuck*) dan enam (*6 jaw chuck*) seperti yang terlihat pada (Gambar 1.16).



Gambar 1.16. Cekam rahang tiga, empat dan enam sepusat (*self centering chuck*)

Sedangkan pengertian cekam tidak sepusat adalah, masing-masing rahang dapat digerakkan menuju/ menjauhi pusat dan rahang lainnya tidak mengikuti. Maka jenis cekam ini digunakan untuk mencekam benda-benda yang tidak silindris atau tidak beraturan, karena lebih mudah disetel kesentrisannya dan juga dapat digunakan untuk mencekam benda kerja yang akan dibubut eksentrik atau sumbu senternya tidak sepusat. Jenis cekam ini pada umumnya memiliki rahang empat (Gambar 1.17).



Gambar 1.16. Cekam rahang empat tidak sepusat (*independent chuck*).

Untuk jenis cekam yang lain, rahangnya ada yang berjumlah dua buah yang diikatkan pada rahang satu dengan yang lainnya, tujuannya agar rahang pada bagian luar dapat dirubah posisinya sehingga dapat mencekam benda kerja yang memiliki diameter relatif besar (Gambar 1.17). Caranya yaitu dengan melepas baut pengikatnya, baru kemudian dibalik posisinya dan dikencangkan kembali. Hati-hati dalam memasang kembali rahang ini, karena apabila pengarahannya tidak bersih, akan mengakibatkan rahang tidak tidak sepusat dan kedudukannya kurang kokoh/kuat.



Gambar 1.17. Cekam dengan rahang dapat balik posisinya.

Selain jenis cekam yang telah disebutkan diatas, masih ada jenis cekam lain yaitu cekam yang memiliki rahang dengan bentuk khusus. Cekam ini digunakan untuk mengikat benda kerja yang perlu pengikatan dengan cara yang khusus (gambar 1.18).



Gambar 1.18. Cekam dengan rahang Untuk pekerjaan khusus

Cekam pada saat digunakan harus dipasang pada spindel mesin. Cara pemasangannya tergantung dari bentuk dudukan/pengarah pada spindel mesin dan cekam. Keduanya harus memiliki bentuk yang sama, sehingga bila dipasangkan akan stabil dan presisi kedudukannya. Bentuk dudukan/pengarah pada spindel pada umumnya ada dua jenis yaitu, berbentuk ulir dan tirus (Gambar 1.19). Cekam terpasang pada spindel mesin dapat dilihat pada (Gambar 1.20).



Gambar 1.19. Bentuk dudukan/pengarah pada spindel mesin bubut



Gambar 1.20. Cekam terpasang pada spindel mesin

- **Cekam Kolet (*Collet Chuck*)**

Cekam kolet adalah salahsatu kelengkapan mesin bubut yang berfungsi untuk menjepit/mencekam benda kerja yang memilki permukaan relatif halus dan berukuran kecil. Pada mesin bubut standar, alat ini terdapat tiga bagian yaitu: kolet (*collet*), *dudukan/rumah kolet* (*collet adapter*) dan batang penarik (*drawbar*) terlihat pada (Gambar 1.21). Bentuk lubang pencekam pada kolet ada tiga macam diantaranya, bulat, segi empat dan segi enam (Gambar 1.22).



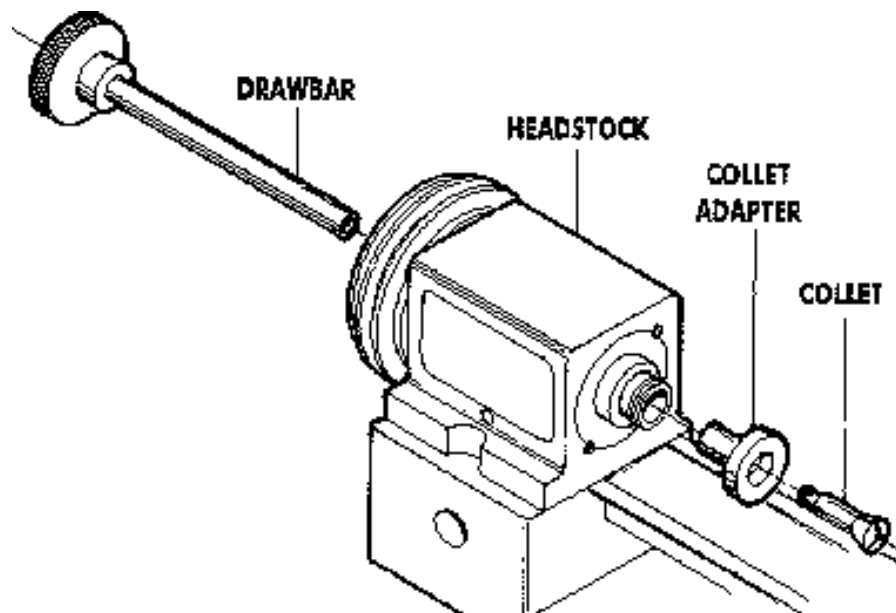
Gambar 1.21. Cekam kolet dengan batang penarik



Gambar 1.22. Macam-macam bentuk kolet

Pemasangan kolet dengan batang penarik pada spindel mesin bubut harus dillakukan secara bertahap yaitu, **pertama:** pasang dudukan/rumah kolet

pada spindel mesin (kedua alat harus dalam keadaan bersih), **kedua:** pasang kolet pada dudukan/rumah kolet (kedua alat dalam keadaan bersih), **ketiga:** pasang batang penarik pada sipindel dari posisi belakang, selanjutnya kencangkan secara perlahan dengan memutar rodanya kearah kanan atau searah jarum sampai kolet pada posisi siap digunakan untuk menjepit/mengikat benda kerja (kekencangannya hanya sekedar mengikat kolet) - (Gambar 1.23). Bila kolet akan digunakan, caranya setelah benda kerja dimasukkan pada lubang kolet selanjutnya kencangkan hingga benda kerja terikat dengan baik (Gambar1,24)



Gambar 1.23. Pemasangan kolet pada spindel mesin bubut



Gambar 1.24. Pemasangan benda kerja pada kolet

2) Alat Pembawa

Yang termasuk alat pembawa pada mesin bubut adalah, pelat pembawa dan pembawa (*lathe dog*).

- **Pelat Pembawa**

Jenis pelat pembawa ada dua yaitu, pelat pembawa permukaan bertangkai (*driving plate*) dan pelat pembawa permukaan rata (*face plate*) – (gambar 1.25). Konstruksi pelat pembawa berbentuk bulat dan pipih, berfungsi untuk memutar pembawa (*lathe-dog*) sehingga benda kerja yang terikat akan ikut berputar bersama spindel mesin (Gambar 1.26).

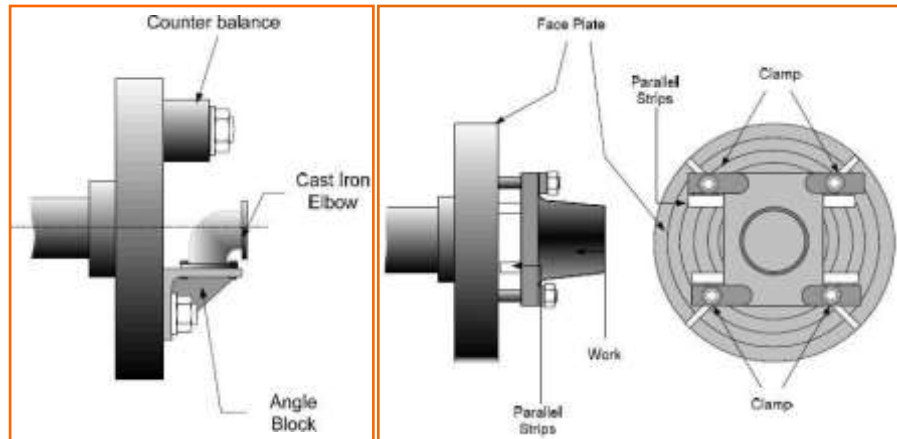


Gambar 1.25. Pelat pembawa permukaan bertangkai dan Pelat pembawa rata



Gambar 1.26. Penggunaan pelat pembawa bertangkai dan berlalur pada proses pembubutan

Untuk jenis pembawa permukaan rata (*face plate*) selain digunakan sebagai pembawa *lathe dog*, alat ini juga dapat digunakan untuk mengikat benda kerja yang memerlukan pengikatan dengan cara khusus (Gambar 1.27).



Gambar 1.27. Pengikatan benda kerja pada pelat pembawa

- **Pembawa (*Late-dog*)**

Pembawa (*late-dog*) pada mesin bubut secara garis besar ada dua jenis yaitu, pembawa berujung lurus (Gambar 1.28) dan pembawa berujung bengkok (Gambar 1.29). Fungsi alat ini adalah untuk membawa benda kerja agar ikut berputar bersama spindel mesin.



Gambar 1.28. Pembawa (*late-dog*) berujung lurus



Gambar 1.29. Pembawa (*late-dog*) berujung bengkok

Didalam penggunaannya, pembawa berujung lurus digunakan berpasangan dengan plat pembawa permukaan bertangkai (Gambar 1.30) dan pembawa

berujung bengkok digunakan berpasangan dengan plat pembawa beralur atau cekam mesin (Gambar 1.31). Caranya benda kerja dimasukkan kedalam lubang pembawa, kemudian diikat/dijepit dengan baut yang ada pada pembawa tersebut, sehingga akan dapat berputar bersama-sama dengan spindel mesin. Pembubutan dengan cara ini dilakukan apabila dikehendaki membubut menggunakan diantara dua senter.



Gambar 1.30. Penggunaan pembawa berujung lurus



Gambar 1.30. Penggunaan pembawa berujung bengkok

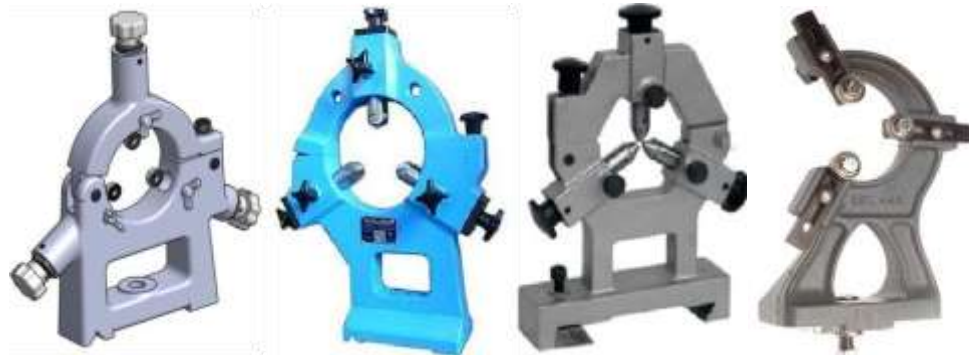
3) Alat Penahan Benda Kerja

Alat penahan benda kerja pada mesin bubut standar ada dua yaitu: penyangga dan senter (senter tetap/mati dan senter putar).

- **Penyangga/Penahan**

Penyangga adalah salah satu alat pada mesin bubut yang digunakan untuk menahan benda kerja yang memiliki ukuran relatif panjang. Benda kerja yang berukuran panjang, apabila dilakukan proses pembubutan bila tidak

dibantu penyangga, kemungkinan diameternya akan menjadi elips/oval, tidak silindris dan tidak rata karena terjadi getaran akibat lenturan benda kerja. Penyangga pada mesin bubut ada dua macam yaitu, penyangga tetap (*steady rest*) – (Gambar 1.31), dan penyangga jalan (*follower rest*) – (Gambar 1.32).



Gambar 1.31. Macam-macam bentuk penyangga tetap

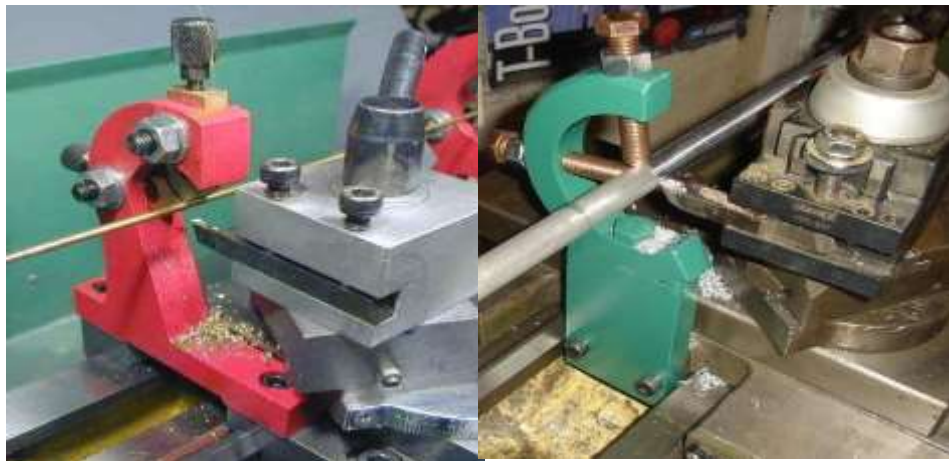


Gambar 1.32. Macam-macam bentuk penyangga tetap

Penggunaan penyangga tetap, dipasang atau diikat pada alas/meja mesin, sehingga kedudukannya dalam keadaan tetap tidak mengikuti gerakan eretan (Gambar 1.33). Untuk penyangga jalan, pemasangannya diikatkan pada eretan memanjang sehingga pada saat eretannya digerakkan maka penyangga jalan mengikuti gerakan eretan tersebut (Gambar 1.34).



Gambar 1.33. Penggunaan penyangga tetap



Gambar 1.34. Penggunaan penyangga jalan

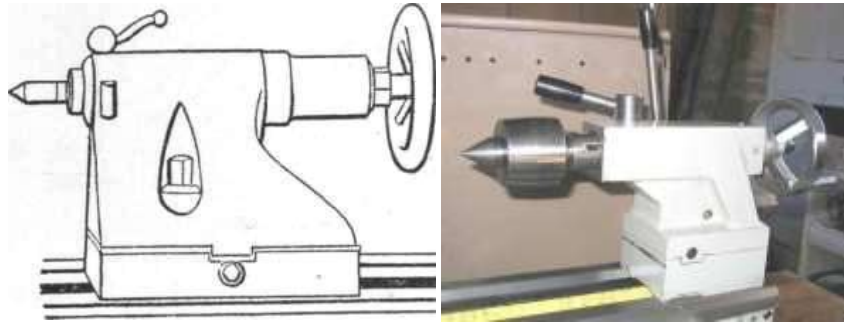
- **Senter**

Senter (Gambar 1.35) terbuat dari baja yang dikeraskan dan digunakan untuk mendukung benda kerja yang akan dibubut. Ada dua jenis senter yaitu senter tetap/mati (senter yang posisi ujung senternya diam tidak berputar pada saat digunakan) dan senter putar (senter yang posisi ujung senternya selalu berputar pada saat digunakan).

Kedua jenis senter ini ujung pada bagian tirusnya memiliki sudut 60° , dan bila digunakan pemasangannya pada ujung kepala lepas (Gambar 1.35).



Gambar 1.34. Senter tetap dan senter putar



Gambar 1.35. Pemasangan senter tetap dan senter putar pada kepala lepas

Mengingat senter tetap pada saat digunakan tidak ikut berputar (akan selalu terjadi gesekan pada ujung senternya), maka untuk menjaga agar tidak cepat aus harus sering diberi pelumas (oli/stempet/grease).

4) Alat Bantu Pengeboran

Yang dimaksud alat bantu pengeboran adalah alat yang digunakan untuk mengikat alat potong bor termasuk rimer, konterbor, dan kontersing pada proses pembubutan. Bila dilihat dari system penguncian/pecekamannya, alat tersebut ada dua jenis yaitu, cekam bor dengan kunci (Gambar 1.36) dan cekam bor tanpa pengunci (*keyless chuck drill*) - (Gambar 1.37).

Cara menggunakan cekam bor dengan kunci adalah, untuk mengencangkan mulut rahangnya harus dibantu dengan alat bantu yaitu kunci cekam bor. Sedangkan untuk cekam bor tanpa kunci caranya menggunakannya adalah, untuk mengencangkan mulut rahangnya tidak menggunakan alat bantu kunci cekam bor, cukup hanya memutar rumah rahangnya dengan tangan. Penggunaan kedua alat ini pada mesin bubut, harus dipasang pada kepala lepas (Gambar 1.38).



Gambar 1.36. Cekam bor dengan pengunci



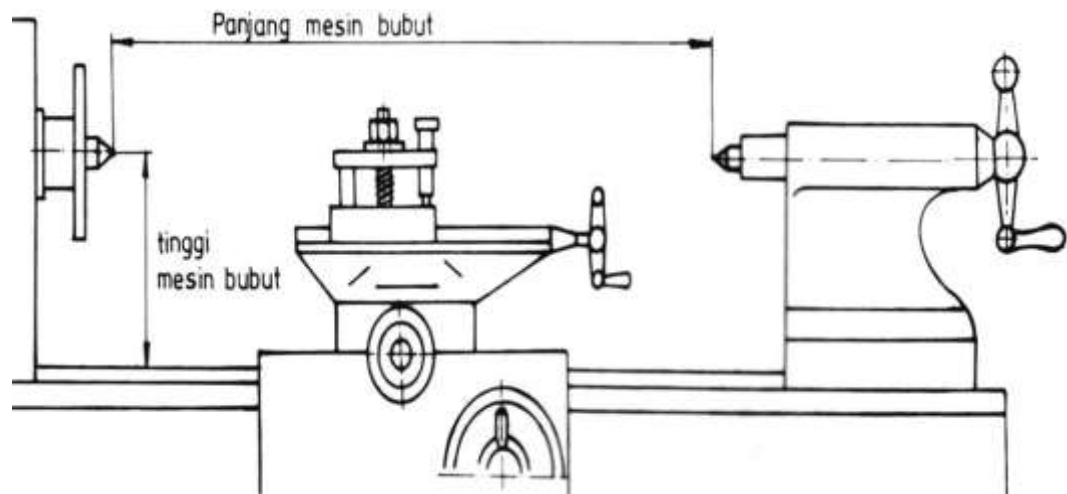
Gambar 1.37. Cekam bor tanpa pengunci



Gambar 1.38. Pemasangan cekam bor

c. Spesifikasi/Ukuran Mesin Bubut Standar

Spesifikasi mesin bubut standar termasuk jenis mesin bubut lainnya, yang paling utama ditentukan oleh seberapa panjangnya jarak antara ujung senter kepala lepas dan ujung senter kepala tetap dan tinggi jarak antara pusat senter dengan meja mesin (Gambar 1.39). Misalnya panjang mesin 2000 mm, berarti eretan memanjangnya hanya dapat digerakkan/digeser sepanjang 2000 mm. Untuk tinggi mesin bubut, misalnya 250 mm, berarti mesin bubut tersebut hanya mampu membubut benda kerja maksimum berdiameter $250 \times 2 = 500$ mm. Namun demikian ada beberapa mesin bubut standar, yang pada mejanya didesain berbeda yaitu pada ujung meja didekat spindel mesin/kepala tetap konstruksi dibuat ada sambungannya, sehingga pada saat membubut benda kerja berdiameter melebihi kapasitas mesin sambungan mejanya tinggal melepas (bedah perut).



Gambar 1.40. Spesifikasi utama mesin bubut

Untuk pembelian mesin bubut standar yang baru data spesifikasi lainnya harus lengkap, karena apabila tidak lengkap secara keseluruhan bisa saja mesin bubut yang dibeli tidak memiliki spesifikasi yang standar atau tidak sesuai dengan yang diharapkan. Contoh data spesifikasi mesin bubut secara lengkap dapat dilihat pada (Tabel 1.1).

Tabel 1.1. Data spesifikasi mesin bubut

ITEMS	Specifications
Max.swim over bed	Φ360mm
Max.swim over carriage	Φ160mm
Max.length of work piece	450mm
Range of spindle speed	150-2500rpm
Spindle bore	Φ60mm
Taper of spindle bore	MT6
Stations of tool carrier	4/6or gang-type tool carrier
Min.setting unit of motor	(Z) long 0.001mm,(X) cross0.001mm
Moving speed of post	(Z) long 8 m/min,(X) cross 6 m/min
Taper of tailstock quill	MT4
Max.range of tailstock quill	100mm
Motor power	4 KW
Packing size(lenght×width×height)	1600/1850 mm×1100 mm×1 550mm
Net weight	1450kg

3. Rangkuman

Fungsi Mesin Bubut Standar:

Mesin bubut standar berfungsi untuk membuat/memproduksi benda-benda berpenampang silindris, diantaranya dapat membubut poros lurus, menchamper, mengalur, mengulir, mengebor, memperbesar lubang, mereamer, mengkartel, memotong dll.

Bagian Utama Mesin Bubut Standar:

Bagian utama mesin bubut diantaranya: Kepala tetap, kepala lepas, alas/meja mesin, eretan transportir, sumbu utama, tuas, pelat tabel, dan penjepit pahat.

- Kepala tetap, berfungsi sebagaiudukan beberapa perlengkapan mesin bubut diantaranya: cekam (*chuck*), kollet, senter tetap, atau pelat pembawa rata (*face plate*) dan pelat pembawa berekor (*driving plate*)
- Kepala lepas, digunakan sebagaiudukan senter putar (*rotary centre*), senter tetap, cekam bor (*chuck drill*) dan mata bor bertangkai tirus yang pemasanganya dimasukkan pada lubang tirus (*sleeve*) kepala lepas.
- Alas/meja mesin, digunakan sebagai tempat kedudukan kepala lepas, eretan, penyangga diam (*steady rest*) dan merupakan tumpuan gaya pemakanan pada waktu pembubutan.
- Eretan (*carriage*), terdiri dari tiga bagian/elemen diantaranya, eretan memanjang, eretan melintang dan eretan atas.
 - Eretan memanjang (*longitudinal carriage*), berfungsi untuk melakukan gerakan pemakanan arah memanjang mendekati atau menjauhi spindle mesin, secara manual atau otomatis sepanjang meja/alas mesin dan sekaligus sebagaiudukan eretan melintang.
 - Eretan melintang (*cross carriage*), berfungsi untuk melakukan gerakan pemakanan arah melintang mendekati atau menjauhi sumbu senter, secara manual/otomatis dan sekaligus sebagaiudukan eretan atas.
 - Eretan atas (*top carriage*), berfungsi untuk melakukan pemakanan secara manual kearah sudut yang dikehendaki sesuai penyetelannya.

- Poros Transportir dan Poros Pembawa
 - Poros transportir adalah sebuah poros berulir berbentuk segi empat atau trapesium dengan jenis ulir whiteworth (inchi) atau metrik (mm), berfungsi untuk membawa eretan pada waktu pembubutan secara otomatis, misalnya pembubutan arah memanjang/melintang dan ulir.
 - Poros pembawa adalah poros yang selalu berputar untuk membawa atau mendukung jalannya eretan dalam proses pemakanan secara otomatis.
- Tuas/Handel terdiri pada mesin bubut standar terdiri dari beberapa diantaranya, tuas pengatur putaran mesin, kecepatan pemakanan dan pembalik arah putaran.
- Penjepit/pemegang pahat (*Tools Post*) digunakan untuk menjepit atau memegang pahat.

Perlengkapan Mesin Bubut Standar:

Perlengkapan mesin bubut diantaranya, Alat pecekam benda kerja, alat pembawa , alat penyangga/penahan dan alat bantu pengeboran.

- Alat pecekam benda kerja

Alat pecekam benda kerjaterdiri dari cekam (*chuck*) dan cekam kolet (*collet chuck*).

 - Cekam adalah salahsatu alat perlengkapan mesin bubut yang penggunaannya dipasang pada spindle utama mesin, digunakan untuk menjepit/mengikat benda kerja pada proses pembubutan.
 - Cekam kolet adalah salahsatu kelengkapan mesin bubut yang berfungsi untuk menjepit/mencekam benda kerja yang memilki permukaan relatif halus dan berukuran kecil.
- Alat pembawa

Yang termasuk alat pembawa pada mesin bubut adalah, pelat pembawa dan pembawa (*lathe doc*). Jenis pelat pembawa ada dua yaitu, pelat pembawa permukaan bertangkai (*driving plate*) dan pelat pembawa permukaan rata (*face plate*). Konstruksi pelat pembawa berbentuk bulat dan pipih, berfungsi untuk memutar pembawa (*lathe-dog*) sehingga benda kerja yang terikat akan ikut berputar bersama spindel mesin.

- Alat penyangga/penahan

Alat penahan benda kerja pada mesin bubut standar ada dua yaitu: penyangga dan senter (senter tetap/mati dan senter putar).

- Penyangga adalah salah satu alat pada mesin bubut yang digunakan untuk menahan benda kerja yang memiliki ukuran relatif panjang. Alat ini ada dua jenis yaitu, penyangga tetap (*steady rest*) dan penyangga jalan (*follow rest*). Penggunaan penyangga tetap, dipasang atau diikat pada alas/meja mesin, sehingga kedudukannya dalam keadaan tetap tidak mengikuti gerakan eretan. Untuk penyangga jalan, pemasangannya diikatkan pada eretan memanjang sehingga pada saat eretannya digerakkan maka penyangga jalan mengikuti gerakan eretan tersebut.
- Senter digunakan untuk mendukung benda kerja yang akan dibubut. Ada dua jenis senter yaitu senter tetap/mati (senter yang posisi ujung senternya diam tidak berputar pada saat digunakan) dan senter putar (senter yang posisi ujung senternya selalu berputar pada saat digunakan)

- Alat bantu pengeboran

Yang dimaksud alat bantu pengeboran adalah alat yang digunakan untuk mengikat alat potong bor termasuk rimer, konterbor, dan kontersing pada proses pembubutan. Ada dua jenis yaitu, cekam bor dengan kunci dan cekam bor tanpa pengunci (*keyless chuck drill*).

- Spesifikasi mesin bubut standar

Dimensi mesin bubut ditentukan oleh panjang jarak antara ujung senter kepala lepas dengan senter kepala tetap dan tinggi antara meja mesin dengan senter tetap.

ALAT POTONG PADA MESIN BUBUT

Pada kegiatan produksi di industri manufaktur yang menggunakan fasilitas mesin perkakas, alat potong merupakan salahsatu jenis alat yang mutlak diperlukan untuk melakukan proses produksinya. Berbagai macam dan bentuk alat potong yang digunakan sesuai dengan hasil produkyang diinginkan.

Alat potong berfungsi untuk menyayat/ memotong benda kerja sesuai dengan tuntutan bentuk dan ukuran pada gambar kerja. Pada proses pembubutan ada

beberapa jenis alat potong yang digunakan diantaranya: senter bor/centre drill, mata bor/drill, konter bor, reamer, konter sing, pahat bubut dll.

Hasil produk pada proses pemesinan bubut sangat dipengaruhi oleh kondisi dan geometris alat potong yang digunakan, yang proses penyayatnya/pemotongan dapat

dapat dilakukan dengan cara gerak memanjang, melintang atau menyudut tergantung pada hasil bubutan yang diinginkan

a. Macam Alat Potong Pada Mesin Bubut

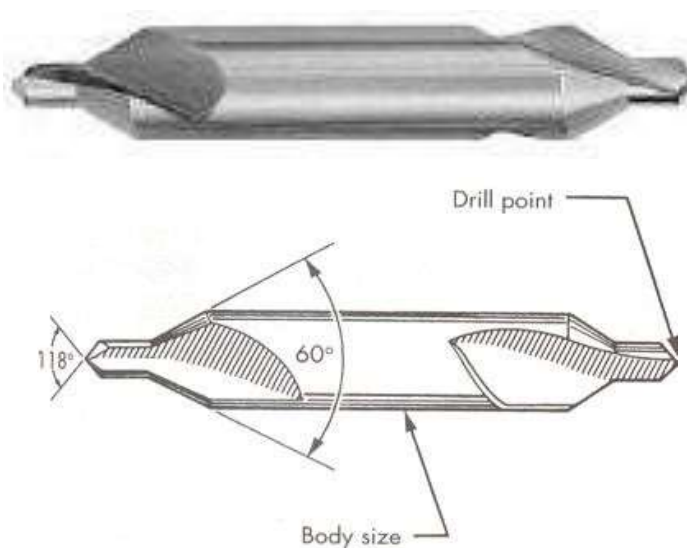
Selain pahat bubut, terdapat beberapa macam alat potong yang digunakan pada mesin bubut diantaranya:

1) Bor Senter (*Centre drill*)

Bor senter adalah salah satu alat potong pada mesin bubut yang berfungsi untuk membuat lubang senter pada ujung permukaan benda kerja. Jenis bor senter ada tiga yaitu: bor senter standar (*standar centre drill*), bor senter dua mata sayat (*safety type centre drill*) dan bor senter mata sayat radius (*radius form centre drill*).

a) Bor senter standar (*Standard centre drill*):

Bor senter standar memiliki sudut mata sayat pengarah sebesar 60° , sehingga hasil lubang senter yang dibuat memiliki sudut yang sama dengan sudut mata sayatnya. Bor senter jenis ini memiliki dua ukuran, yaitu bor senter standar panjang normal (Gambar 2.2) dan bor senter ekstra pendek/panjang (Gambar 2.3).



Gambar 2.2. Bor senter standar panjang normal



Gambar 2.3. Bor senter standar ekstra pendek dan ekstra panjang

b) Bor senter mata sayat bertingkat

Bor senter mata sayat (Gambar 2.5), fungsinya sama dengan senter bor standar yaitu untuk membuat lubang senter bor yang memiliki sudut pengarah senter 60° . Perbedaannya adalah apabila pada saat membuat lubang senter bor diperlukan hasil lubang senternya bertingkat setelah bidang tirusnya, maka dapat digunakan senter bor jenis ini.



Gambar 2.5. Bor Senter dua mata sayat pengamanan
(*safety type centre drill*)

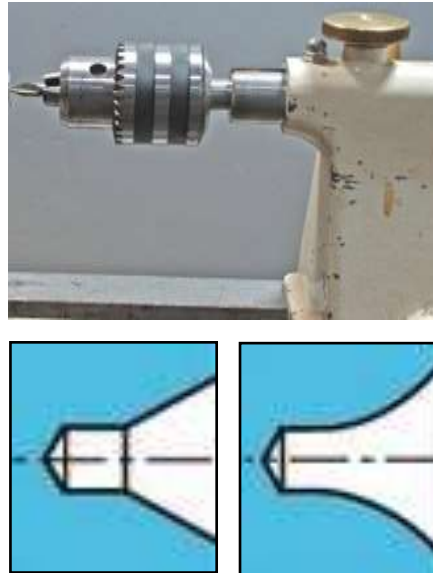
c) Bor Senter bentuk radius/ *Radius form centre drill*

Bor senter bor bentuk radius (*Radius form centre drill*) – (Gambar 2.6), memiliki mata sayat berbentuk radius. Sehingga sehingga hasil lubang senter yang dibuat memiliki profil yang sama dengan sudut mata sayatnya yaitu berbentuk radius. Kelebihan lubang senter bor bentuk radius ini adalah, apabila membubut diantara dua senter yang diperlukan pergeseran kepala lepas realtif besar, bidang lubang senter maupun senter tetap/ senter putar lebih aman karena bidang singgung pada lubang senter relatif lebih kecil bila dibandingkan dengan lubang senter bor bentuk standar. Hasil pembuatan lubang senter bor bentuk radius dapat dilihat pada (Gambar 2.7).



Gambar 2.6. Bor senter bentuk radius dan hasilnya

Penggunaan senter bor pada proses pembubutan harus pasang atau diikat dengan cekam bor (*drill chuck*) yang dipasang pada kepala lepas. Pemasangan senter drill dan hasilnya pada proses pembubutan dapat dilihat pada (Gambar 2.7).



Gambar 2.7. Pemasangan senter bor pada mesin bubut dan hasilnya

Untuk mengetahui standar ukuran diameter bodi dan diameter ujung bor senter dalam satuan mm dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1. Standar ukuran diameter bodi & diameter ujung bor senter (mm)

No.	Diameter Bodi / <i>Body Diameter</i> (mm)	Diameter Ujung Bor Senter/ <i>Drill Point Diameter</i> (mm)
1.	3.15	1.0
2.	4.0	1.5
3.	5.0	2.0
4.	6.3	2.5
5.	8.0	3.15
6.	10.0	4.0
7.	12.5	5.0
8.	16.0	6.3
9.	19.0	8.0

Hal lain yang penting diketahui bahwa, jenis senter bor yang sering digunakan dilingkungan industri manufaktur maupun pendidikan adalah senter bor standar dan senter bor bentuk radius.

2) Mata Bor (*Twist Drill*)

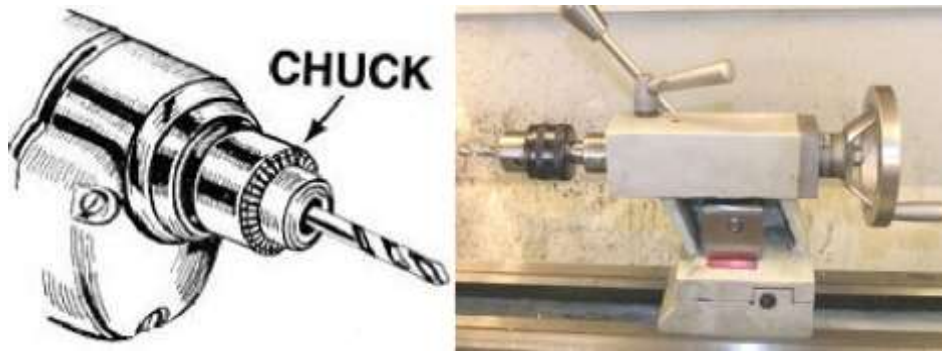
Mata bor adalah salah satu alat potong pada mesin bubut yang berfungsi untuk membuat lubang pada benda pejal. Dalam membuat diameter lubang bor dapat disesuaikan dengan kebutuhan, yaitu tergantung dari diameter mata bor yang digunakan.

a) Pengelompokan mata bor berdasarkan tangkai

Pengelompokan mata bor berdasarkan tangkai, dapat dibagi menjadi dua jenis yaitu, **pertama:** mata bor tangkai lurus (Gambar 2.8) yang pengikatannya menggunakan cekam bor/*drill chuck* (Gambar 2.9), dan **kedua:** mata bor tangkai tirus (Gambar 2.10) yang pengikatannya dimasukan pada lubang tirus kepala lepas (Gambar 2.11). Apabila pada saat digunakan ukuran tangkai tirusnya lebih kecil dari pada lubang tirus kepala lepas, dapat ditambah dengan menggunakan sarung pengurang. Selain itu perlu diketahui bahwa, untuk mata bor tangkai tirus pada umumnya menggunakan standar tirus morse/ *morse taper* (MT) yaitu mulai dari MT 1 ÷ 6.



Gambar 2.8. Mata bor tangkai lurus



Gambar 2.9. Pengikatan mata bor dengan cekam bor pada proses pembubutan



Gambar 2.10. Mata bor tangkai lurus

Pada saat penggunaan mata bor tangkai lurus yang memiliki ukuran tangkai lebih kecil dari pada lubang tirus pada kepala lepas, maka harus menggunakan alat tambahan yang disebut sarung pengurang (*drill sleeve*) (Gambar 2.11)



Gambar 2.11. Sarung pengurang bor (*drill sleeve*) dan

b. Pengelompokan mata bor berdasarkan spiral

Apabila dilihat spiralnya mata bor terbagi menjadi tiga yaitu, **pertama:** mata bor spiral normal/ *normal spiral drill* (Gambar 2.12) digunakan untuk mengebor baja lunak, **kedua:** mata bor spiral panjang/ *slow spiral drill*

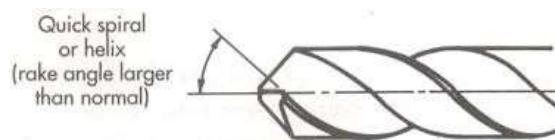
(Gambar 2.13) digunakan untuk mengebor baja keras dan **ketiga:** mata bor spiral pendek/ *quick spiral drill* (Gambar 2.14) digunakan untuk mengebor baja liat.



Gambar 2.12. Mata bor spiral normal/*normal spiral*



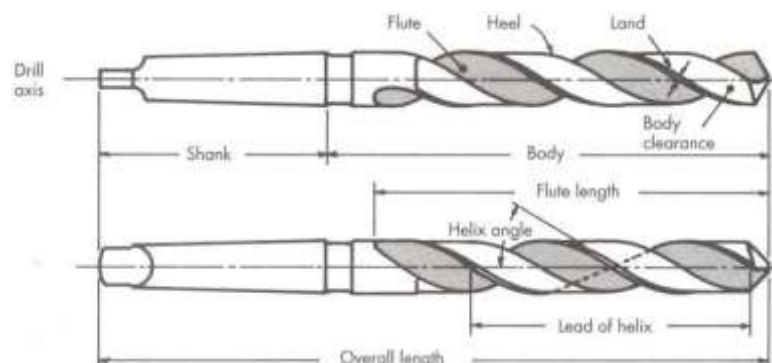
Gambar 2.13. Mata bor spiral panjang/*slow spiral*



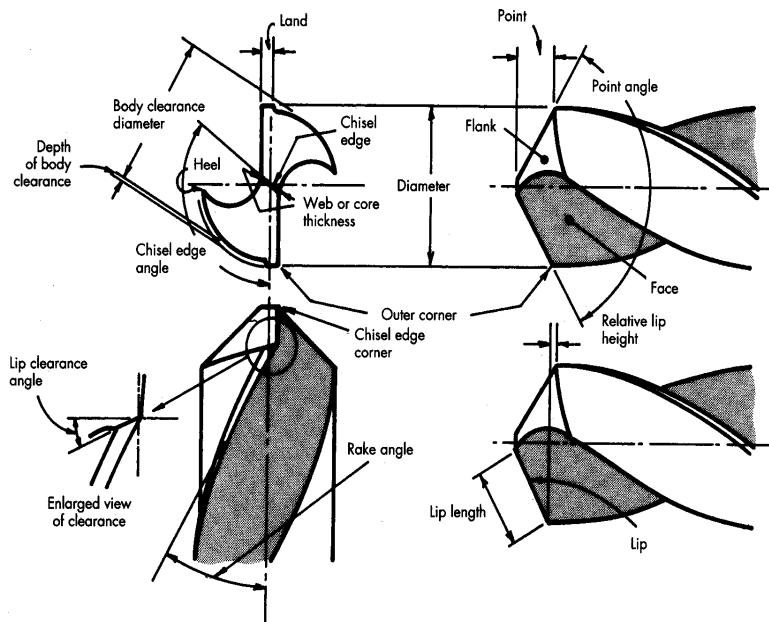
Gambar 2.14. Mata bor spiral pendek/*quick spiral*

c. Bagian-bagian Mata Bor:

Bagian-bagian mata bor dilihat dari bodinya dapat dilihat pada (Gambar 1.25), dan bagian-bagian mata bor dilihat dari mata sayat dan sudut bebasnya dapat dilihat pada (Gambar 1.16).



Gambar 2.15. Bagian-bagian mata bor dilihat dari bodinya



Gambar 2.16. Bagian-bagian mata bor dilihat dari mata sayatnya

3) Kontersing (*Countersink*)

Kontersing (*Countersink*) adalah salahsatu alat potong pada mesin bubut yang berfungsi untuk membuat champer pada ujung lubang agar tidak tajam atau untuk membuayt champer pada ujung lubang untuk membenamkan kepala baut berbentuk tirus.

Sesuai kebutuhan pekerjaan dilapangan apabila dilihat dari tangkainya terbagi menjadi dua yaitu, kontersing tangkai lurusdan kontersing tangkai tirusdan apabila dilihat dari sisi jumlah mata sayatnya kontersink terbagi menjadi eman jenis yaitu, jumlah mata sayat satu, mata sayat dua, mata sayat tiga, mata sayat empat, mata sayat lima dan mata sayat enam. Sedangkan apabila dilihat dari sudut mata sayatnya, kontersing terbagi menjadi enam jenis juga yaitu, kontersing sudut mata sayat 60° , 82° , 90° , 100° dan 120° .

Apabila dilihat dari tangkainya, kontersing dapat dibagi menjadi dua jenis yaitu kontersing tangkai lurus dan kontersing tangkai tirus:

a) Kontersing tangkai lurus:

Kontersingtangkai lurus (Gambar 2.17), pada saat digunakan untuk proses pembubutan penggikatanya dipasang pada cekam bor/ *drill chuck* sebagaimana pengikatan pada proses pengeboran dengan bor tangkai lurus.



Gambar 2.17. Kontersingtangkai lurus

b) Kontersing tangkai tirus:

Kontersingtangkai tirus (Gambar 2.18), pada saat digunakan untuk proses pembubutan pengikatannya dipasang pada lubang sleeve kepala lepas sebagaimana pengikatan pada proses pengeboran dengan bor tangkai tirus. Apabila tirus tangkangkainya terlalu kecil dapat ditambah dengan sarung pengurang. Sebagaimana mata bor tangkai tirus, kontersing tangkai tirus pada umumnya menggunakan standar tirus morse/ *morse taper* (MT) yaitu mulai dari MT 1 ÷ 6.



Gambar 2.18. Kontersingtangkai lurus

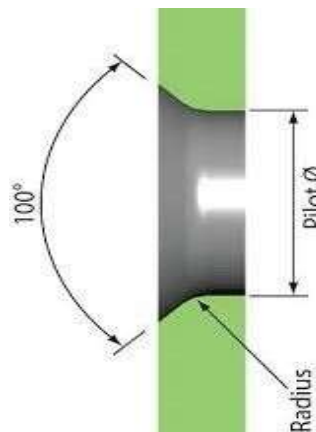
Apabila dilihat dari jumlah mata sayatnya, kontersing dapat dibagi menjadi enam jenis yaitu: kontersing mata sayat satu, kontersing mata sayat dua, kontersing mata sayat tiga, kontersing mata sayat empat, kontersing mata sayat lima, dan kontersing mata sayat enam.

c) Kontersing mata sayat satu:

Kontersingmata sayat satu (Gambar 2.19), memiliki jumlah mata sayat satu yang berfungsi untuk menchamper ujung lubangpada benda kerja agar tidak tajam atau sebagai pengarah/ menchamper ujung lubang untuk membenamkan kepala baut berbentuk tirus dan radius. Hasil pembubutan champer dengan kontersingmata sayat satu sudut 100° dapat dilihat pada gambar (2.20).



Gambar 2.19. Kontersingmata sayat satu dan hasil lubang champer



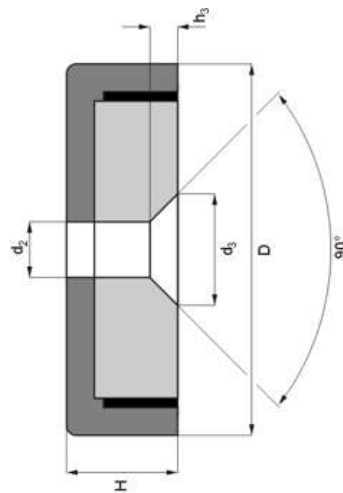
Gambar 2.20. Hasil pembubutan champer dengan kontersingmata sayat satu

d) Kontersing mata sayat dua:

Kontersingmata sayat dua (Gambar 2.21), memiliki jumlah mata sayat dua yang berfungsi sama dengan kontersing mata satu yaitu untuk menchamper ujung lubang agar tidak tajam/ sebagai pengarah atau menchamper ujung lubang untuk membenamkan kepala baut berbentuk tirus yang besar sudutnya tergantung dari sudut kontersing yang digunakan. Kelebihan kontersink mata sayat dua dibandingkan dengan kontersink mata satu adalah beban pada mata sayat lebih ringan sehingga lebih tahan lama, karena beban pada mata sayatnya terbagi dua. Hasil pembubutan champer dengan kontersingmata sayat dua sudut 90° dapat dilihat pada (Gambar 2.22).



Gambar 2.21. Kontersingmata sayat dua



Gambar 2.22. Hasil pembubutan champer dengan kontersing mata sayat dua

e) Kontersing mata sayat tiga:

Kontersing mata sayat tiga (Gambar 2.23), memiliki jumlah mata sayat tiga yang berfungsi sama dengan kontersing mata satu untuk menchamper ujung lubang agar tidak tajam/ sebagai pengarah atau menchamper ujung lubang untuk membenamkan kepala baut berbentuk tirus yang besar sudutnya tergantung dari sudut kontersing yang digunakan. Kelebihan kontersink mata sayat tiga dibandingkan dengan kontersink mata dua adalah beban pada mata sayat lebih ringan sehingga lebih tahan lama, karena beban pada mata sayatnya terbagi tiga.



Gambar 2.23. Kontersingmata sayat tiga

f) Kontersing mata sayat empat:

Kontersingmata sayat empat (Gambar 2.24), memiliki jumlah mata sayat empat yang berfungsi sama dengan kontersing mata satu untuk menchamper ujung lubang agar tidak tajam/ sebagai pengarah atau menchamper ujung lubang untuk membenamkan kepala baut berbentuk tirus yang besar

sudutnya tergantung dari sudut kontersing yang digunakan. Kelebihan kontersink mata sayat empat dibandingkan dengan kontersink mata tiga adalah beban pada mata sayat lebih ringan sehingga lebih tahan lama, karena beban pada mata sayatnya terbagi empat.



Gambar 1.24. Kontersingmata sayat empat

g) Kontersing mata sayat lima:

Kontersingmata sayat lima (Gambar 2.25), memiliki jumlah mata sayat lima yang berfungsi sama dengan kontersing mata satu untuk men champer ujung lubang agar tidak tajam/ sebagai pengarah atau men champer ujung lubang untuk membenamkan kepala baut berbentuk tirus yang besar sudutnya tergantung dari sudut kontersing yang digunakan. Kelebihan kontersink mata sayat lima dibandingkan dengan kontersink mata empat adalah beban pada mata sayat lebih ringan sehingga lebih tahan lama, karena beban pada mata sayatnya terbagi lima.



Gambar 2.25. Kontersingmata sayat lima

h) Kontersing mata sayat enam:

Kontersingmata sayat enam (Gambar 2.26), memiliki jumlah mata sayat enam yang berfungsi sama dengan kontersing mata satu untuk men champer ujung lubang agar tidak tajam/ sebagai pengarah atau men champer ujung lubang untuk membenamkan kepala baut berbentuk tirus yang besar

sudutnya tergantung dari sudut kontersing yang digunakan. Kelebihan kontersink mata sayat enam dibandingkan dengan kontersink mata lima adalah beban pada mata sayat lebih ringan sehingga lebih tahan lama, karena beban pada mata sayatnya terbagi enam.



Gambar 2.26. Kontersingmata sayat enam

Dari keseluruhan jenis kontersink tersebut diatas, berdasarkan pengalaman dilapangan yang sering digunakan adalah kontersing yang memiliki mata sayat tiga dan empat dan sudut mata sayatnya 60° atau 90° .

Kontersink bertangkai lurus, pada saat digunakan pengikatannya dipasang pada cekam bor (*drill chuck*) sebagaimana pada proses pengeboran dengan mata bor tangkai lurus, dan yang bertangkai tirus pengikatannya dipasang pada lubang tirus kepala lepas sebagaimana pada proses pengeboran menggunakan mata bor tangkai tirus. Selain itu perlu diketahui bahwa, kontersink tangkai tirus pada umumnya menggunakan standar tirus morse/*morse taper* (MT) yaitu mulai dari MT 1 ÷ 6 sebagaimana mata bor tangkai tirus.

4) Konterbor (*Counterbor*)

Konterbor (*counterbor*) adalah salah satu alat potong pada mesin bubut yang berfungsi untuk membuat lubang bertingkat. Hasil lubang bertingkat berfungsi sebagaiudukan kepala baut L. Jenis alat ini apabila dilihat dari tangkainya terbagi menjadi dua yaitu konterbor tangkai lurus (Gambar 2.27) dan konterbor tangkai tirus (Gambar 2.28).



Gambar 2.27. Konterbor tangkai lurus



Gambar 2.28. Konterbor tangkai tirus

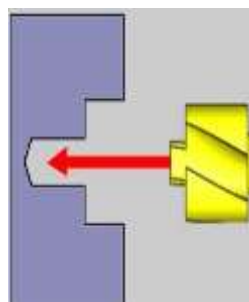
Apabila dilihat dari sisi ujung mata sayatnya, alat ini juga terbagi menjadi dua yaitu, konterbor dengan pengarah (Gambar 2.29) dan konterbor tanpa pengarah (Gambar 2.30). Hasil pembuatan lubang konterbor pada mesin bubut dapat dilihat pada (Gambar 2.31).



Gambar 2.29. Konterbor dengan pengarah



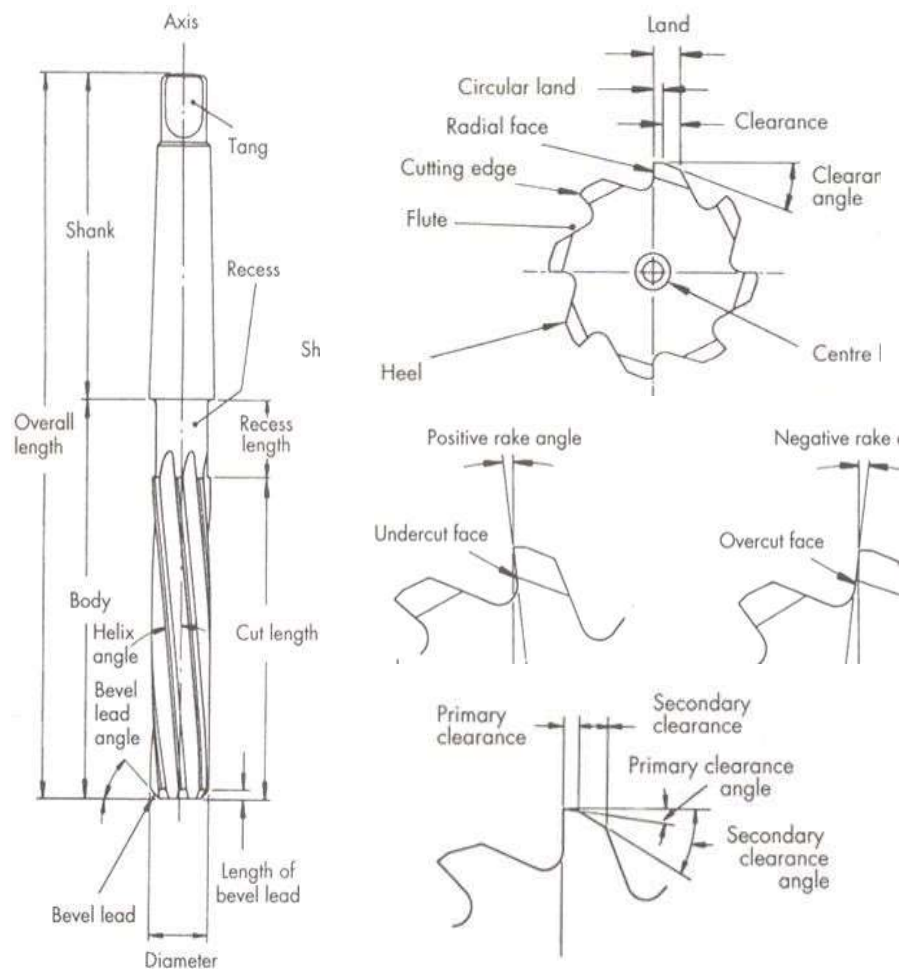
Gambar 2.30. Konterbor tanpa pengarah



Gambar 2.31. Hasil pembuatan lubang bertingkat dengan konterbor pada mesin bubut

5) Rimer Mesin (*Reamer Machine*)

Rimer mesin (Gambar 2.32), adalah salah satu alat potong pada mesin bubut yang berfungsi untuk memperhalus dan memperbesar lubang dengan toleransi dan suaian khusus sesuai tuntutan pekerjaan, yang prosesnya benda kerja sebelumnya dibuat lubang terlebih dahulu. Pembuatan lubang sebelum dirimer, untuk diameter sampai dengan 10 mm dianjurkan diameternya dibuat lebih kecil dari diameter nominal rimer yaitu antara $0,15 \div 0,25$ mm dan untuk lubang diameter 10 mm keatas, dianjurkan diameternya dibuat lebih kecil dari diameter nominal rimer yaitu antara $0,25 \div 0,60$ mm. Tujuan dilakukan pengurangan diameter sebelum dirimer adalah, agar hasilnya lebih maksimal dan beban pada rimer tidak terlalu berat sehingga memiliki umur lebih panjang.



Gambar 2.32. Bagian-bagian rimer mesin

Apabila dilihat dari fungsinya rimer mesin terbagi menjadi tiga yaitu, reamer mesin untuk lubang pin, reamer untuk lubang lurus dan reamer untuk lubang tirus.

a) Rimer Mesin Untuk Lubang Pin

Rimer mesin untuk lubang pin apabila dilihat dari bentuk mata sayatnya terbagi menjadi tiga yaitu, reamer pin tirus mata sayat lurus/ *straight taper pin reamer* (Gambar 2.33), reamer pin tirus mata sayat spiral/ *spiral taper pin reamer* (Gambar 2.34), dan reamer pin tirus mata sayat helik (*helical taper pin reamer*) - (Gambar 2.35). Rimer jenis ini berfungsi untuk membuat lubang pin tirus, yang memiliki ketirusan standar.



Gambar 2.33. Reamer pin tirus mata sayat lurus



Gambar 2.34. Reamer pin tirus mata sayat spiral



Gambar 2.35. Reamer pin tirus mata sayat helik

b) Rimer mesin untuk lubang lurus:

Rimer mesin untuk lubang lurus apabila dilihat dari tangkainya terbagi menjadi dua yaitu, reamer lurus tangkai lurus (Gambar 2.36), dan reamer lurus tangkai tirus (Gambar 2.37). Rimer jenis ini berfungsi untuk membuat lubang lurus yang memiliki toleransi dan suaian khusus.



Gambar 2.36. Reamer lurus tangkai lurus



Gambar 2.37. Reamer lurus tangkai tirus

c) Rimer mesin untuk lubang tirus:

Rimer mesin untuk lubang tirus apabila dilihat dari fungsinya terbagi menjadi dua yaitu, rimer tirus untuk pengasaran (Gambar 2.38) dan reamer tirus untuk finising (Gambar 2.39). Rimer jenis ini berfungsi untuk membuat lubang tirus standar, misalnya tirus standar morse (*taper morse - MT*) yaitu mulai dari MT 1 s.d 6.



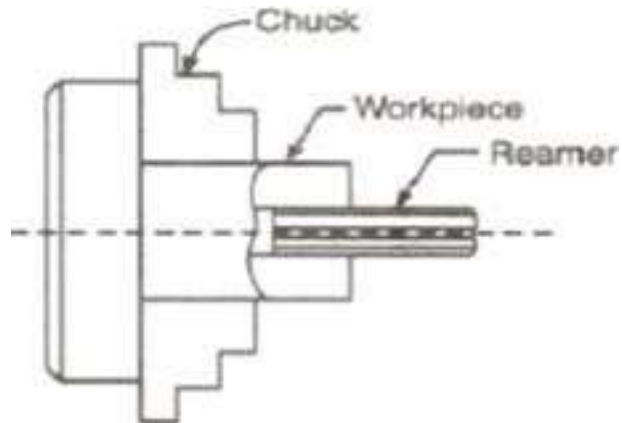
Gambar 2.38. Rimer reamer tirus untuk



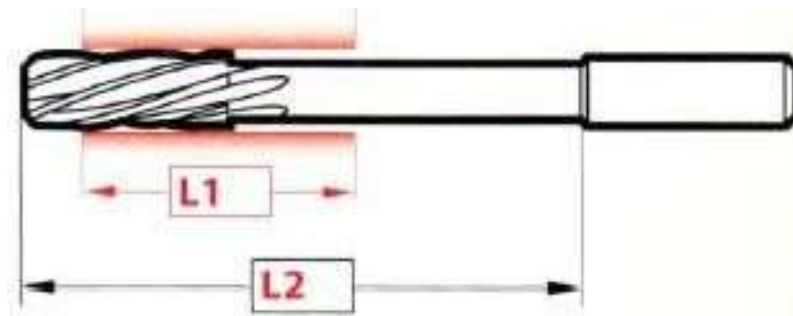
Gambar 2.39. Rimer lurus tangkai tirus

Untuk mendapatkan hasil lubang sesuai toleransi dan suaian yang diinginkan, garis sumbu rimer harus benar-benar sepusat dengan garis sumbu lubang yang akan direamer (Gambar 2.40). Untuk merimer lubang lurus yang tembus, sebaiknya kedalamannya dilebihkan kurang lebih $\frac{1}{3}$ dari mata sayatnya (Gambar 1.41), hal ini dilakukan agar lubang benar-benar lurus. Untuk mereamer lubang tirus, disarankan lubang yang akan direamer sebelumnya dibuat bertingkat terlebih dahulu dengan tujuan agar rimer tidak menerima beban yang berat (Gambar 2.42). Selain itu agar mendapatkan hasil yang maksimal dan reamer yang digunakan awet, pada saat meramer

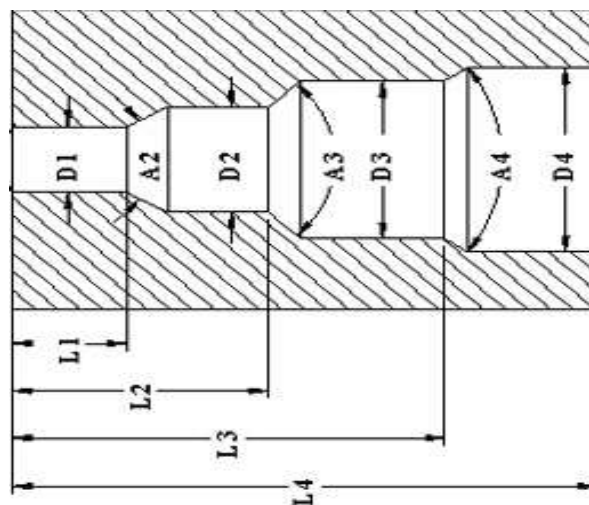
harus menggunakan putaran mesin yang sesuai dan selalu menggunakan air pendingin atau oli.



Gambar 2.40. Kesepusatan garis sumbu lubang dengan garis sumbu rimer



Gambar 2.42. Posisi kedalaman pereameran lubang lurus

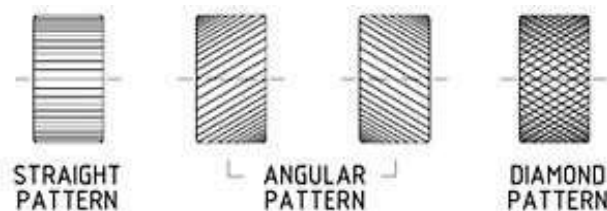


Gambar 2.43. Pembuatan lubang bertingkat sebelum dirimer

6) Kartel (*Knurling*)

Kartel (*knurling*) adalah suatu alat pada mesin bubut yang berfungsi untuk membuat alur-alur melingkar lurus atau silang pada bidang permukaan benda kerja bagian luar atau dalam. Tujuan pengkartelan bagian luar adalah agar permukaan bidanng tidak licin pada saat dipegang, contohnya terdapat pada batang penarik, tangkai palu besi dan pemutar yang dipegang dengan tangan. Untuk pengkartelan bagian dalam tujuannya adalah untuk keperluan khusus, misalnya memperkecil lubang bearing yang sudah longgar.

Bentuk/ profil hasil pengkartelan ada tiga jenis yaitu: belah ketupat/ intan, menyudut/ silang dan lurus (Gambar 2.44). Hasil pengkartelan tergantung dari bentuk gigi pisau kartel yang digunakan (Gambar 2.45).



.Gambar 2.44. Pola/ bentuk hasil pengkartelan



Gambar 2.45. Macam-macam bentuk gigi pisau kartel

Pada saat digunakan gigi pisau kartel dipasang pada pemegangnya (*holder*). Untuk pengkartelan bentuk lurus, hanya diperlukan sebuah gigi pisau kartel bentuk lurus yang dipasang pada dudukannya dengan posisi tetap/ *rigid* (Gambar 2.46). Pada k pengkartelan bentuk menyudut dan ketupat/ intan, diperlukan sepasang gigi pisau kartel bentuk menyudut/ silang yang dipasang pada dudukannya. Pemegang gigi kartel menyudut/ silang da, ada yang satu dudukan dan ada yang tiga dudukan (Gambar 2.47).



Gambar 2.46. Pemegang gigi pisau kartel lurus dengan posisi tetap (*rigid*)



Gambar 2.47. Pemegang gigi pisau kartel lurus dengan posisi tetap/ *rigid*

Konstruksi atau bentuk pemegang/ holder gigi pisau kartel dibuat sesuai profil bidang yang akan dikartel, sehingga dapat dipilih sesuai kebutuhan. Macam-macam bentuk pemegang gigi pisau kartel buatan dari salah satu pabrikan dapat dilihat pada (Gambar 2.48).



Gambar 2.48. Macam-macam pemegang gigi pisau kartel

b. Pahat Bubut

Pahat bubut merupakan salahsatu alat potong yang sangat diperlukan pada prosespembubutan, karena pahat bubut dengan berbagai jenisnya dapat membuat benda kerja dengan berbagai bentuk sesuai tututan pekerjaan misalnya, dapat digunakan untuk membubut permukaan/ facing, rata, bertingkat, alur, champer, tirus, memperbesar lubang, ulir dan memotong

Kemampuan/performa pahat **bubut** dalam melakukan pemotongan sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya, jenis bahan/ material yang digunakan, geometris pahat bubut, sudut potong pahat bubut dan bagaimana apakah teknik penggunaanya sudah sesuai petunjuk dalam katoalog. Apabila beberapa faktor tersebut diatas dapat terpenuhi berdasarkan standar yang telah ditentukan, maka pahat bubut akan maksimal kemampuannya/ performanya.

Setiap pabrik pembuat pahat bubut biasanya pada buku catalognya selalu mencantumkan spesifikasi dan klasifikasi produk buatannya, diantaranya mencantumkan kode standar yang digunakan misalnya dengan standar ISO 513.

1) Bahan/ Material Pahat Bubut

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini begitu pesat terutama dalam industri manufaktur/ permesinan, sehingga sudah banyak diciptakan variasi jenis dan sifat material, baik untuk alat potong pahat bubut atau bahan/ *row material*. Pada awalnya manusia hanya mampu membuat alat potong pahat bubut dari jenis baja karbon, kemudian ditemukan unsur atau paduan yang lebih keras sampai ditemukannya material alat potong pahat bubut yang paling keras yaitu diamond. Unsur-unsur yang berpengaruh terhadap performa alat potong/ pahat bubut diantaranya: Tungsten/ Wolfram (W), Chromium (Cr), Vanadium (V), Molybdenum (Mo) dan Cobalt (Co).

Sifat yang diperlukan untuk sebuah alat potong tidak hanya kerasnya saja, akan tetapi masih ada sifat lain yang diperlukan untuk membuat suatu alat potong memilkiperforma yang baik misalnya, bagaimana ketahanan terhadap gesekan, ketahanan terhadap panas, ketahanan terhadap benturan dll.

Macam-macam pahat bubut dilihat dari jenis material/ bahan yang digunakanmeliputi: Baja karbon, Baja kecepatan tinggi/ *High Speed Steels* (HSS, Paduan cor nonferro (cast nonferrous alloys; cast carbides), Karbida

(cemented carbides; hardmetals), Keramik (ceramics), CBN (cubic boron nitrides), dan Intan (sintered diamonds & natural diamond)

a) Baja karbon

Yang termasuk didalam kelompok baja karbon adalah *High Carbon Steel* (HCS) dan *Carbon Tool Steels* (CTS). Baja jenis ini mengandung karbon yang relative tinggi (0,7% - 1,4% C) dengan prosentasi unsur lain relatif rendah yaitu Mn, W dan Cr masing-masing 2% sehingga mampu memiliki kekerasan permukaan yang cukup tinggi. Dengan proses perlakuan panas pada suhu tertentu, struktur bahan akan bertransformasi menjadi martensit dengan hasil kekerasan antara $500 \div 1000$ HV.

Karena martensitik akan melunak pada temperature sekitar 250°C , maka baja karbon jenis ini hanya dapat digunakan pada kecepatan potong yang rendah (10 m/menit) dan hanya dapat digunakan untuk memotong logam yang lunak atau kayu.

b) Baja Kecepatan Tinggi/ *High Speed Steel* (HSS)

Pada sekitar tahun 1898, ditemukan jenis baja paduan tinggi dengan unsur paduan *Crom* (Cr) dan *Tungsten/ Wolfram* (W) dengan melalui proses penuangan (*molten metallurgy*) selanjutnya dilakukan pengerolan atau penempaan dibentuk menjadi batang segi empat atau silinder. Pada kondisi masih bahan (*raw material*), baja tersebut diproses secara pemesinan menjadi berbagai bentuk pahat bubut. Setelah proses perlakuan panas dilaksanakan, kekerasannya akan menjadi cukup tinggi sehingga dapat digunakan untuk kecepatan potong yang tinggi yaitu sampai dengan tiga kali kecepatan potong pahat CTS.

Baja Kecepatan Tinggi (*High Speed Steel* - HSS) apabila dilihat dari komposisinya dapat dibagi menjadi dua yaitu, Baja Kecepatan Tinggi (*High Speed Steel* - HSS) Konvensional dan Baja Kecepatan Tinggi (*High Speed Steel* - HSS) Spesial.

HSS Konvensional:

Baja Kecepatan Tinggi (HSS) Konvensional, terbagi menjadi dua yaitu:

- Molibdenum HSS
- Tungsten HSS

HSS Spesial:

Baja Kecepatan Tinggi Konvensional (HSS) Spesial, terbagi menjadi enam yaitu:

- Cobalt Added HSS
- High Vanadium HSS
- High Hardness Co HSS
- Cast HSS
- Powdered HSS
- Coated HSS

c) Paduan Cor Nonferro

Sifat-sifat paduan cor nonferro adalah diantara sifat yang dimiliki HSS dan Karbida (*Cemented Carbide*), sehingga didalam penggunaannya memiliki karakteristik tersendiri karena karbida terlalu rapuh dan HSS mempunyai ketahanan panas (*hot hardness*) dan ketahanan aus (*wear resistance*) yang terlalu rendah. Jenis material ini dibentuk dengan cara dituang menjadi bentuk-bentuk yang tertentu, misalnya tool bit (sisipan) yang kemudian diasah menurut geometri yang dibutuhkan.

Baja paduan nonferro terdiri dari empat macam elemen/ unsur utama diantaranya:

- Cobalt (Co):
Unsur cobalt, berfungsi sebagai pelarut bagi unsure-unsur lainnya.
- Chrom (Cr):
Unsur chrom (10% s.d 35%), berfungsi sebagai pembentuk karbida
- Tungsten/ Wolfram (W):
Unsur tungsten/ wolfram (10% s.d 25%), berfungsi sebagai pembentuk karbida dan menaikkan karbida secara menyeluruh.

- Karbon (C):

Apabila terdapat unsur karbon (1%) akan menghasilkan jenis baja yang masih relatif lunak, dan apabila terdapat unsur karbon (3%) akan menghasilkan jenis yang relatif keras serta tahan aus.

d) Karbida

Jenis karbida yang “disemen” (*Comented Carbides*) merupakan bahan pahat yang dibuat dengan cara menyinter (*sintering*) serbuk karbida (Nitrida, Oksida) dengan bahan pengikat yang umumnya dari Cobalt (Co). dengan cara Carburizing masing-masing bahan dasar (serbuk) Tungsten (Wolfram, W) Tintanium (Ti), Tantalum (Ta) dibuat menjadi karbida yang kemudian digiling (ball mill) dan disaring. Salah satu atau campuran serbuk karbida tersebut kemudian di campur dengan bahan pengikat (Co) dan dicetak tekan dengan memakai bahan pelumas (lilin). Setelah itu dilakukan presintering (1000° C) pemanasan mula untuk menguapkan bahan pelumas) dan kemudian sintering (1600° C) sehingga bentuk keeping (sisipan) sebagai hasil proses cetak tekan (Cold atau HIP) akan menyusut menjadi sekitar 80% dari volume semula.

Hot Hardness karbida yang disemen (diikat) ini hanya akan menurun bila terjadi pelunakan elemen pengikat. Semakin besar prosentase pengikat Co maka kekerasannya menurun dan sebaliknya keuletannya membaik.

Ada tiga jenis utama pahat karbida sisipan, yaitu:

- Karbida Tungsten:

Karbida tungsten merupakan jenis pahat karbida untuk memotong besi tuang.

- Karbida Tungsten Paduan:

Karbida tungsten paduan merupakan jenis karbida untuk pememotongan baja.

- Karbida lapis:

Karbida lapis yang merupakan jenis karbida tungsten yang di lapis (satu atau beberapa lapisan) karbida, nitride, atau oksida lain yang lebih rapuh tetapi ketahanan terhadap panasnya (*hot hardness*) tinggi.

e) Keramik (*Ceramics*)

Keramik menurut definisi yang sempit adalah material paduan metalik dan nonmetalik. Sedangkan menurut definisi yang luas adalah semua material selain metal atau material organik, yang mencakup juga berbagai jenis karbida, nitride, oksida, boride dan silicon serta karbon.

Keramik secara garis besar dapat di bedakan menjadi dua jenis yaitu :

- **Keramik tradisional**

Keramik tradisional yang merupakan barang pecah belah peralatan rumah tangga

- **Keramik industry**

Keramik industry digunakan untuk berbagai untuk berbagai keperluan sebagai komponen dari peralatan, mesin dan perkakas termasuk perkakas potong atau pahat.

Keramik mempunyai karakteristik yang lain daripada metal atau polimer (plastic, karet) karena perbedaan ikatan atom-atomnya, ikatannya dapat berupa ikatan kovalen, ionic, gabungan kovalen & ionic, ataupun sekunder. Selain sebagai perkakas potong, beberapa contoh jenis keramik adalah sebagai berikut :

- Keramik tradisional (dari ubin sampai dengan keramik untuk menambal gigi)
- Gelas (gelas optic, lensa, serat)
- Bahan tahan api (bata pelindung tandur/ tungku)
- Keramik oksida (pahat potong, isolator, besi, lempengan untuk mikroelektronik dan kapasitor)
- Keramik oksida paduan
- Karbida, nitride, boride dan silica
- Karbon

f) Cubic Boron Nitride (CBN)

Cubic Boron Nitride (CBN) termasuk jenis keramik. Dibuat dengan penekanan panas (HIP, 60 kbar, 1500°C) sehingga bentuk grafit putih

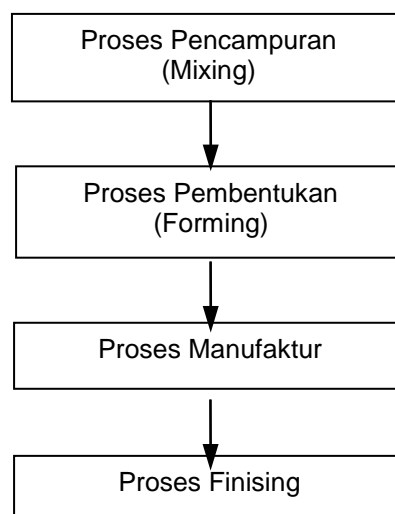
nitride boron dengan strukrur atom heksagonal berubah menjadi struktur kubik. Pahat sisipan CBN dapat dibuat dengan menyinter serbuk BN tanpa atau dengan material pengikat, TiN atau Co. Ketahanan panas (*Hot hardness*) CBN ini sangat tinggi bila dibandingkan dengan jenis pahat yang lain.

g) Intan

Sintered diamond merupakan hasil proses sintering serbuk intan tiruan dengan pengikat Co (5% - 10%). Tahan panas (*Hot hardness*) sangat tinggi dan tahan terhadap deformasi plastic. Sifat inidi tentukan oleh besar butir intan serta prosentase dan komposisi material pengikat. Karena intan pada temperature tinggi akan berubah menjadi graphit dan mudah ter-difusi dengan atom besi, maka pahat intan tidak dapat di gunakan untuk memotong bahan yang mengandung besi (*ferros*). Cocok untuk *ultra high precision & mirror finish cutting* bagi benda kerja nonferro (Al Alloys, Cu Alloys, Plastics dan Rubber).

2) Proses Pembuatan Pahat Bubut

Untuk mendapatkan kualitas hasil produk pahat bubut yang standar, tahapan proses pembuatannya harus sesuai prosedur yang telah ditetapkan. Berikut tahapan proses pembuatan alat potong (Gambar 2.49).



Gambar 2. 49. Alur proses pembuatan pahat bubut

Keterangan:

- Proses *mixing*.

Proses *mixing*., merupakan proses pencampuran (*mixing*) antara serbuk logam dengan bahan aditif.

- Proses pembentukan (*forming*).

Proses pembentukan (*forming*), yaitu proses pemberian gaya-gaya kompaksi baik pada temperatur ruang (*cold compaction*) maupun pada temperatur tinggi (*hot compaction*). Proses *cold compaction* akan dilanjutkan dengan proses sintering, yaitu proses pemanasan yang dilakukan pada kondisi vakum sehingga diperoleh partikel-partikel yang bergabung dengan kuat.

- Proses manufaktur

Proses manufaktur adalah proses pemesinan dalam rangka membentuk produk alat potong sesuai standar yang diinginkan.

- Proses finishing

Proses finishing adalah proses mengahluskan bidang/ bagian tertentu agar kelihatan lebih menarik bila dilihat dari sisi tampilan, dengan tidak mempengaruhi spesifikasi.

3) Sifat Bahan/ Material Pahat Bubut

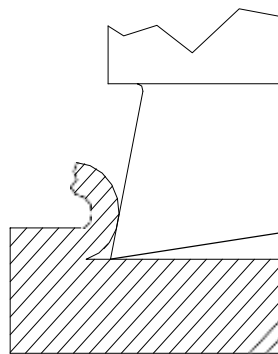
Secara garis besar ada empat sifat utama yang diperlukan untuk menjadi alat potong yang memiliki kemampuan pemotongan/ performa yang baik. Sampai saat ini belum ada material alat potong yang secara keseluruhan dapat memenuhi keempat sifat yang ada, masing-masing mempunyai kelebihan dan kekurangan yang dalam aplikasinya dapat disesuaikan dengan dengan kebutuhan pekerjaan. Adapun sifat-sifat yang dibutuhkan pada suatu alat potong antara lain sebagai berikut:

a) Keras

Sifat paling utama yang dibutuhkan oleh alat potong adalah keras. Agar dapat memotong/menyayat bahan benda kerja/ material dengan baik, alat potong harus memiliki sifat lebih keras dari benda kerja/ *work material*. Pemotongan/ penyayatan dengan alat potong keras, selain dapat melakukan

pemotongan dengan baik juga alat potong tidak lentur/ stabil (Gambar 1.50). Tingkat kekerasan material benda kerja maupun alat potong yang ada sekarang ini sudah cukup bervariasi, sehingga kita tinggal memilih material alat potong yang kita butuhkan disesuaikan dengan bahan benda kerja (*work material*) yang akan dikerjakan. Namun tidak sedikit terjadi dilapangan, pada kondisi tertentu alat potong harus digunakan untuk memotong/ menyayat benda kerja (*work material*) yang sudah mengalami proses perlakuan panas (*heattreatment*), yang mungkin kekerasannya menyamai atau bahkan melebihi kekerasan dari material alat potong yang ada, sehingga harus mengganti jenis alat potong lain yang memiliki sifat yang lebih keras dari pada bahan benda kerja.

Sifat keras suatu alat potong sangat erat kaitannya dengan unsur-unsur paduan yang ada pada bahan alat potong tersebut, sehingga apabila ingin meningkatkan kekerasannya pada saat proses pembuatan harus menambahkan unsur paduan lain yang mampu meningkatkan kekerasan. Selain itu perlu diketahui bahwa, tingkat kekerasan alat potong akan bertolak belakang dengan tingkat kelenturan atau keuletannya, yang tentunya sifat ini juga merupakan sifat yang dibutuhkan untuk menjadi alat potong yang performanya baik.



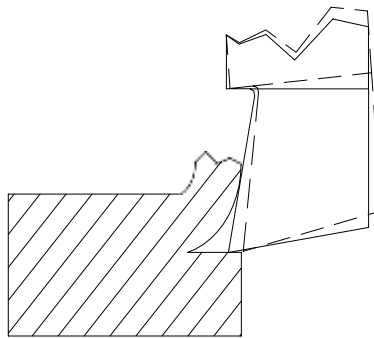
Gambar 2.50. Ilustrasi pemotongan/ penyayatan dengan alat potong keras

b) Ulet/Liat

Sifat ulet sangat diperlukan pada suatu alat potong, terutama untuk mengatasi/ menetralkan adanya beban kejutan dan getaran yang mungkin muncul sewaktu pemotongan/ penyayatan terjadi. Sifat ulet ini

menyebabkan pahat mampu untuk mengalami pelenturan atau defleksi yang bersifat elastis ([Gambar 1.51](#)). Meskipun dapat melentur pahat diharapkan tetap stabil dan kokoh, defleksi hanya diperlukan untuk mengurangi efek dari beban kejut. Sifat ulet dan keras memang saling bertolak belakang, semakin keras material itu maka akan semakin getas, dan sebaliknya, sehingga jarang di temukan material yang mempunyai tingkat kekerasan dan keuletan yang baik.

Untuk menanggulangi hal tersebut maka pahat dibuat dari dua material yang berbeda, yang pertama adalah material keras (material alat potong) kemudian yang kedua adalah material penyangga yang biasanya terbuat dari baja St. 60 atau EMS 45. Metode pengikatnya bisa berupa brazing, dibaut, dijepit, atau diselipkan.



Gambar 2.51. Ilustrasi pemotongan/ penyayatan dengan alat potong ulet

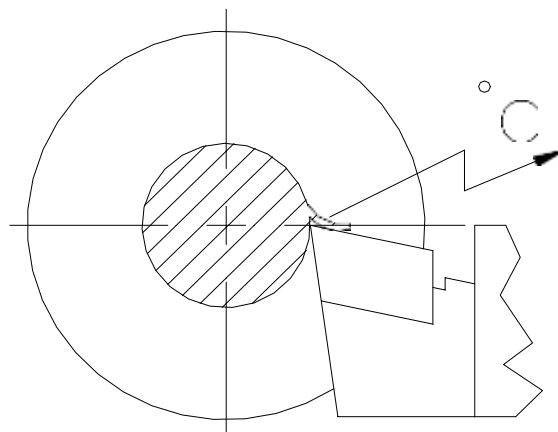
c) Tahan Panas

Setiap alat potong pada saat digunakan untuk melakukan pemotongan/ penyayatan akan timbul panas, hal ini terjadi karena adanya gesekan akibat pemotongan ([Gambar 2.52](#)). Besarnya panas yang ditimbulkan secara dominan tergantung dari kecepatan potong (*cutting speed*), kecepatan pemakanan (*feed*), kedalaman pemakanan (*depth of cut*), putaran mesin (*Revolution per menit – Rpm*), jenisbahan benda kerja yang dikerjakan dan penggunaan air pendingin.

Panas yang timbul akibat pemotongan, akan merambat dan terdistribusi pada benda kerja maupun pada pahat. Perambatan panas pada benda kerja

jenis tertentu yaitu yang termasuk baja paduan, pada suhu tertentu dapat mengakibatkan perubahan struktur sehingga tingkat kekerasannya menjadi berubah lebih keras seperti dilakukan proses pengerasan (*hardening*). Sedangkan perambatan panas pada pahat bubut, seperti dilakukan proses tempering atau normalising yang dapat mengakibatkan penurunan tingkat kekerasannya. Perlu diketahui bahwa, ketahanan suatu alat potong terhadap panas, sangat dipengaruhi oleh jenis bahan/ material yang digunakan.

Bahan atau material alat potong dikatakan baik apabila mampu mempertahankan kekerasannya pada suhu tinggi, jadi meskipun ada panas yang muncul akibat pemotongan/ penyayatan tidak mempengaruhi performa dari pahat bubut. Panas yang muncul pada pahat bubut, dapat dikurangi dengan memberikan air pendingin pada saat proses pemotongan/ penyayatan. Cara pemberian air pendingin hendaknya diarahkan tepat pada titik pemotongan/ penyayatan, sehingga diharapkan dapat mengurangi atau menetralkan panas yang terjadi pada benda kerja maupun pahat. Selain itu perlu diketahui bahwa, pemberian air pendingin yang tidak rutin/ stabil, akan dapat menyebabkan mata sayat pahat bubut menjadi retak atau pecah dalam hal ini untuk pahat bubut yang mengandung unsur karbonnya tinggi.

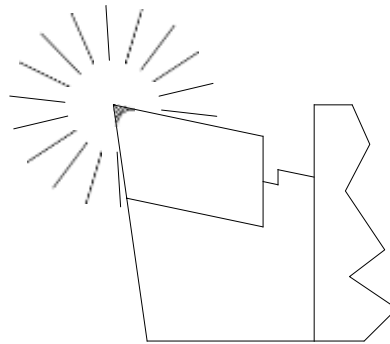


Gambar 2.52. Ilustrasi terjadinya panas pada benda kerja dan pahat bubut saat terjadi pemotongan/ penyayatan

d) Tahan Aus

Penampang ujung pahat bubut yang kecil dan runcing, mudah sekali untuk mengalami keausan. Sifat ini tidak bias terlepas/ erat kaitanya dengan sifat yang lain yaitu kekerasan, keuletan dan tahan panas, akan tetapi merupakan hal yang berdiri sendiri. Umur pakai pahat secara normal menunjukkan tingkat ketahanan terhadap keausan.

Keausan yang timbul pada mata sayat pahat bubut, dapat disebabkan terjadinya gesekan maupun getaran yang terjadi pada saat pemotongan/ penyayatan (Gambar 2.53). Sifat tahan aus dapat diperbaiki dengan penambahan unsur paduan ataupun perbaikan pada geometri sudut pada pahat bubut.



Gambar 2.53. Ilustrasi terjadinya keausan akibat pemotongan/ penyayatan atau getaran

4) Macam-macam Pahat Bubut berdasarkan klasifikasinya

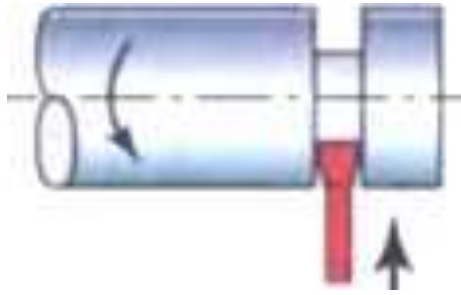
Macam/ jenis pahat bubut dapat dibedakan menurut beberapa klasifikasi tertentu diantaranya:

a) Menurut Letak Penyayatan.

Menurut letak penyayatan, pahat bubut terdapat dua jenis yaitu, pahat bubut luar dan dalam.

- Pahat Bubut Luar

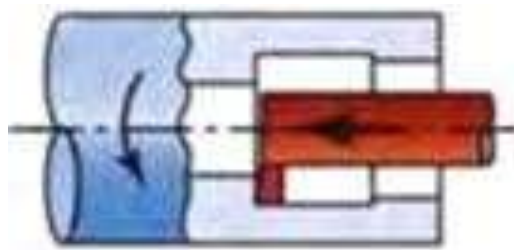
Pahat bubut luar digunakan untuk proses pembubutan benda kerja pada bidang bagian luar. Contoh penggunaan pahat bubut luar dapat dilihat pada (Gambar 2.54).



Gambar 2.54. Contoh penggunaan pahat bubut luar

- Pahat Bubut Dalam

Pahat bubut dalam digunakan untuk proses pembubutan benda kerja pada bidang bagian dalam. Contoh penggunaan pahat bubut luar dapat dilihat pada (Gambar 1.55).



Gambar 1.56. Contoh penggunaan pahat bubut dalam

b) Menurut Keperluan Pekerjaan

Menurut keperluan pekerjaan, pahat bubut terdapat dua jenis yaitu, pahat kasar (*roughing*) dan finising.

- Pahat Kasar (*Roughing*)

Selama diperlukan untuk proses pengerjaan kasar, pahat harus menyayat benda kerja dalam waktu yang sesingkat mungkin. Maka digunakan pahat kasar (*roughing*) yang konstruksinya dibuat kuat.

- Pahat Finishing

Apabila diinginkan hasil permukaan yang halus, sebaiknya digunakan pahat finishing. Ada dua jenis pahat finishing, yaitu pahat finishing titik

dan pahat finishing datar. Pahat finishing titik mempunyai sisi potong bulat, sedang pahat finishing datar mempunyai sisi potong rata.

Catatan: Setelah digerinda, sisi potong pahat finishing harus poles (dihoning) dengan oil stone.

c) Menurut Letak Sisi Potongnya

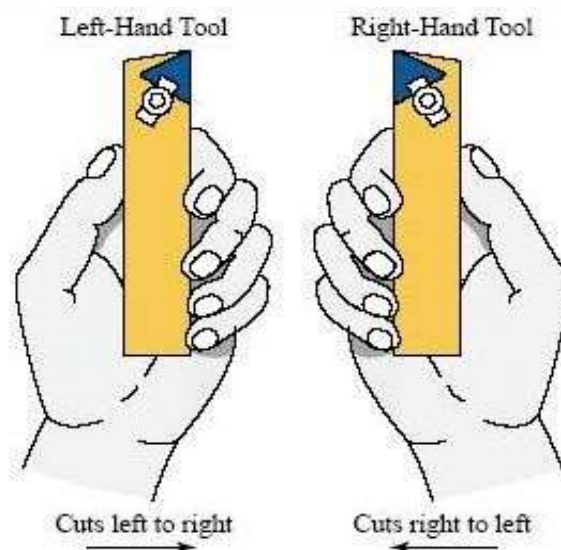
Pahat bubut menurut letak sisi potongnya, terdapat dua jenis yaitu pahat bubut kanan dan kiri (Gambar 1.57).

- **Pahat Kanan**

Pahat kanan adalah pahat yang mempunyai mata potong yang sisi potongnya menghadap kekanan apabila pahat mata potongnya dihadapkan kearah kita. Penggunaannya untuk mengerjakan benda kerja dari arah kanan ke arah kiri, atau menuju kearah kepala tetap/ cekam.

- **Pahat Kiri**

Pahat kiri adalah pahat yang mempunyai mata potong yang sisi potongnya menghadap kekiri apabila pahat mata potongnya dihadapkan kearah kita. Penggunaannya untuk untuk mengerjakan benda kerja dari arah kiri ke arah kanan, atau menuju kearah kepala lepas.



Gambar 2.57. Pahat bubut kanan dan kiri

d) Menurut Fungsi

Menurut fungsinya, pahat bubut terdapat enam jenis yaitu, pahat bubut rata, sisi/ muka, potong, alur, champer dan ulir.

- **Pahat Rata**

Pahat bubut jenis ini digunakan untuk membubut permukaan rata pada bidang memanjang. Sistem kerjanya adalah dengan menggerakkan pahat dari ujung luar benda kerja ke arah cekam atau sebaliknya tergantung pahat kanan atau kiri.

- **Pahat Sisi/ Muka**

Pahat bubut jenis ini yang digunakan untuk membubut pada permukaan benda kerja. Sistem kerjanya adalah dengan menggerakkan dari tengah benda kerja ke arah keluar atau sebaliknya tergantung dari arah putarannya.

- **Pahat Potong**

Pahat jenis ini digunakan khusus untuk memotong suatu benda kerja hingga ukuran panjang tertentu.

- **Pahat Alur**

Pahat jenis ini digunakan untuk membentuk profil alur pada permukaan benda kerja. Bentuk tergantung dari pahat alur yang digunakan.

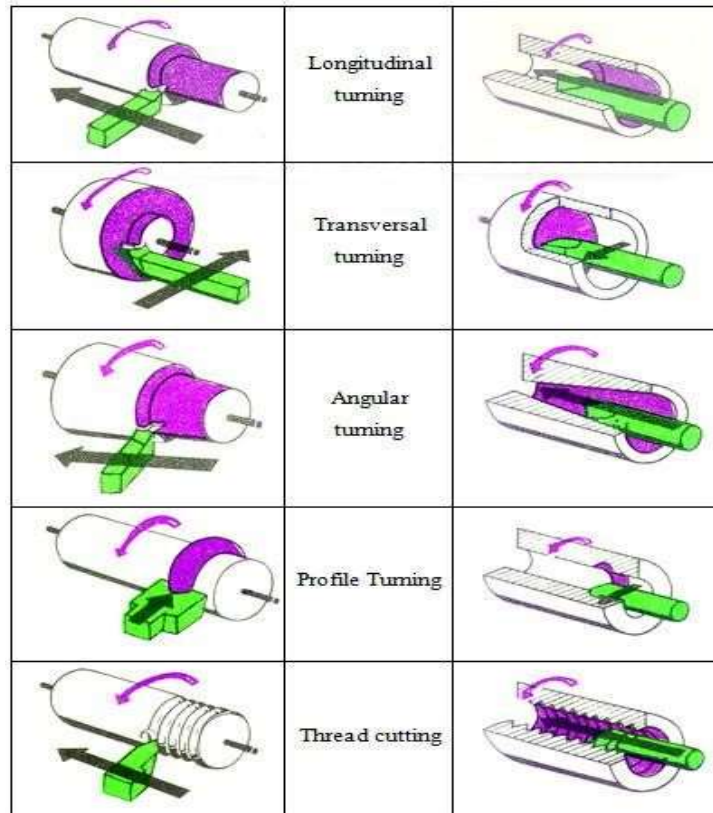
- **Pahat Champer**

Pahat jenis ini digunakan untuk menchamper pada ujung permukaan benda kerja. Besar sudut champer pada umumnya 45°

- **Pahat Ulir**

Pahat jenis ini digunakan untuk membuat ulir pada permukaan benda kerja, baik pembuatan ulir dalam maupun ulir luar.

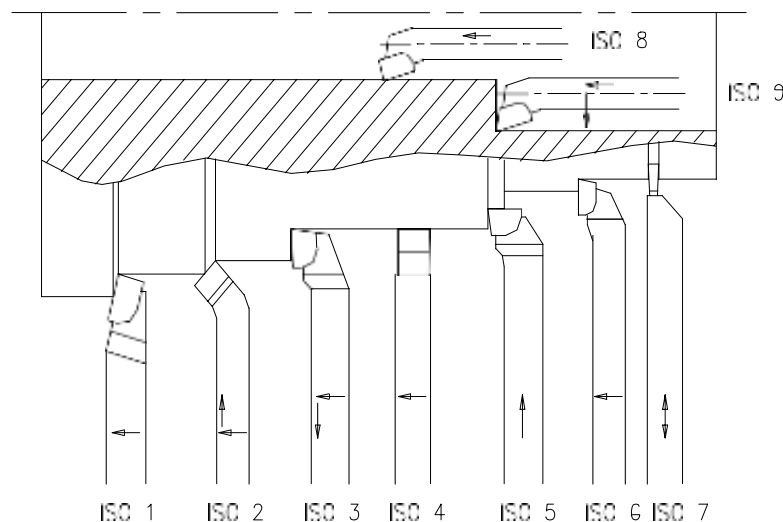
Ilustrasi penggunaan dari berbagai jenis pahat bubut dapat dilihat pada (Gambar 2.58).



Gambar 2.58. Ilustrasi penggunaan dari berbagai jenis pahat bubut

5) ahah Bubut Standar ISO

Jenis pahat bubut menurut standar ISO, terdapat 9 (sembilan) type diantaranya: ISO 1, ISO 2, ISO 3, ISO 4, ISO 5, ISO 6, ISO 7, ISO 8 dan ISO 9. Ilustrasi penggunaan dari berbagai jenis pahat bubut standar ISO dapat dilihat pada (Gambar 2.59).



Gambar 2.59. Ilustrasi penggunaan berbagai jenis pahat bubut standar ISO

Keterangan:

- Pahat ISO 1

Pahat ISO 1 digunakan untuk proses pembubutan memanjang dengan hasil sudut bidangnya (*plane angle*) sebesar 75° . Pada umumnya pahat jenis ini digunakan untuk membubut pengasaran yang hasil sudut bidangnya tidak memerlukan siku atau 90° .

- Pahat ISO 2

Pahat ISO 2 digunakan untuk pembubutan memanjang dan melintang (pembubutan permukaan/ facing) dengan hasil sudut bidangnya (*plane angle*) sebesar 45° . Pahat jenis ini juga dapat digunakan untuk membubut champer atau menghilangkan ujung bidang yang tajam (debured).

- Pahat ISO 3

Pahat ISO 3 digunakan untuk proses pembubutan memanjang dan melintang dengan sudut bidang samping (*plane angle*) sebesar 93° . Pada proses pembubutan melintang tujuannya adalah untuk mendapatkan hasil yang siku (90°) pada sudut bidangnya, yaitu dengan cara menggerakkan pahat menjauhi sumbu senter.

- Pahat ISO 4

Pahat ISO 4 digunakan untuk proses pembubutan memanjang dengan pemakanan relatif kecil dengan hasil sudut bidangnya (*plane angle*) sebesar 0° . Pahat jenis ini pada umumnya hanya digunakan untuk proses finising.

- Pahat ISO 5

Pahat ISO 5 digunakan untuk proses pembubutan melintang menuju sumbu center dengan hasil sudut bidangnya (*plane angle*) sebesar 0° . Jenis pahat ini pada umumnya hanya digunakan untuk meratakan permukaan benda kerja atau memfacing.

- Pahat ISO 6

Pahat ISO 6 digunakan untuk proses pembubutan memanjang dengan hasil sudut bidangnya (*plane angle*) sebesar 90° , sehingga pada proses pembubutan bertingkat yang selisih diameternya tidak terlalu besar dan hasil

sudut bidanganya dikehendaki siku (90°) pahatnya tidak perlu digerakkan menjahui sumbu senter.

- Pahat ISO 7

Pahat ISO 7 digunakan untuk proses pembubutan alur menuju sumbu center dengan hasil sudut bidanganya (*plane angle*) sebesar 0° . Pahat jenis ini dapat juga digunakan untuk memotong pada benda kerja yang memiliki diameter nominal tidak lebih dari dua kali lipat panjang mata pahatnya.

- Pahat ISO 8

Pahat ISO 8 digunakan untuk proses pembesaran lubang tembus dengan hasil sudut bidanganya (*plane angle*) sebesar 75° .

- Pahat ISO 9

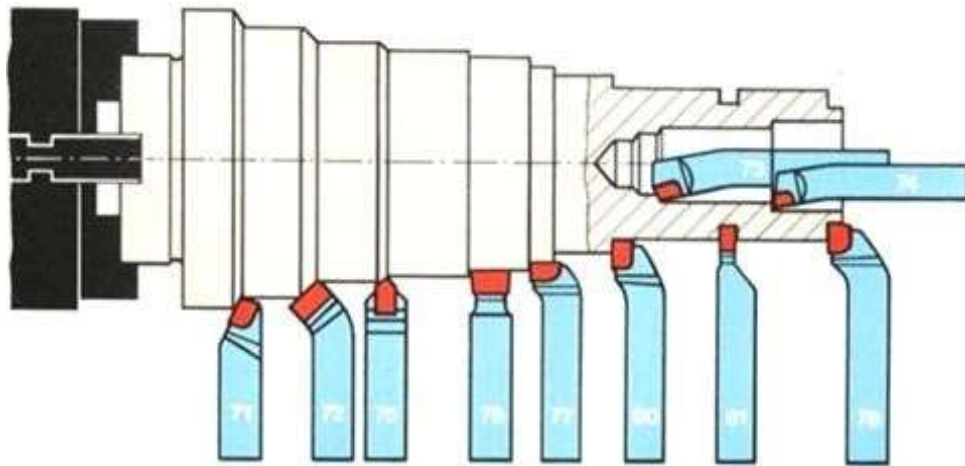
Pahat ISO 9 digunakan untuk proses pembesaran lubang tidak tembus dengan hasil sudut bidanganya (*plane angle*) sebesar 95° .

6) Pahat Bubut Standar DIN

Jenis pahat bubut menurut standar DIN, terdapat 10 (sepuluh) type yaitu: DIN 4971, DIN 4972, DIN 4973, DIN 4974, DIN 4975, DIN 4976, DIN 4977, DIN 4978, DIN 4980 dan DIN 4981 (Gambar 2.60a). Aplikasi penggunaan dari berbagai jenis pahat bubut standar DIN dapat dilihat pada (Gambar 2.60b).



Gambar 2.60a. Macam-macam pahat bubut standar DIN



Gambar 2.60b. Ilustrasi penggunaan berbagai jenis pahat bubut standar DIN

Keterangan:

- Pahat DIN 4971

Pahat DIN 4971 fungsinya sama dengan pahat ISO 1, yaitu digunakan untuk proses pembubutan memanjang dengan hasil sudut bidangnya (*plane angle*) sebesar 75° . Pada umumnya pahat jenis ini digunakan untuk membubut pengasaran yang hasil sudut bidangnya tidak memerlukan siku atau 90° .

- Pahat DIN 4972

Pahat DIN 4972 fungsinya sama dengan pahat ISO 2, yaitu digunakan untuk pembubutan memanjang dan melintang (pembubutan permukaan/ facing) dengan hasil sudut bidangnya (*plane angle*) sebesar 45° . Pahat jenis ini juga dapat digunakan untuk membubut champer atau menghilangkan ujung bidang yang tajam (*debured*).

- Pahat DIN 4973

Pahat DIN 4973 fungsinya sama dengan pahat ISO 8, yaitu digunakan untuk proses pembesaran lubang tembus dengan hasil sudut bidangnya (*plane angle*) sebesar 75° .

- Pahat DIN 4974

Pahat DIN 4974 fungsinya sama dengan pahat ISO 9, yaitu digunakan untuk proses pembesaran lubang tak tembus dengan hasil sudut bidangnya (*plane angle*) sebesar 95° .

- Pahat DIN 4975

Pahat DIN 4975 digunakan untuk pembubutan finising arah memanjang dengan hasil sudut bidangnya (*plane angle*) sebesar 45°. Pahat jenis ini juga dapat digunakan untuk membubut champer atau menghilangkan ujung bidang yang tajam (*debured*).

- Pahat DIN 4976

Pahat DIN 4976 fungsinya sama dengan pahat ISO 4, yaitu digunakan proses pembubutan memanjang dengan pemakanan relatif kecil dengan hasil sudut bidangnya (*plane angle*) sebesar 0°. Pahat jenis ini pada umumnya hanya digunakan untuk proses finising.

- Pahat DIN 4977

Pahat DIN 4977 fungsinya sama dengan pahat ISO 5, yaitu digunakan untuk proses pembubutan melintang menuju sumbu center dengan hasil sudut bidangnya (*plane angle*) sebesar 0°. Jenis pahat ini pada umumnya hanya digunakan untuk meratakan permukaan benda kerja atau memfacing.

- Pahat DIN 4978

Pahat DIN 4978 fungsinya sama dengan pahat ISO 3, yaitu digunakan untuk proses pembubutan memanjang dan melintang dengan sudut bidang samping (*plane angle*) sebesar 93°. Pada proses pembubutan melintang tujuannya adalah untuk mendapatkan hasil yang siku (90°) pada sudut bidangnya, yaitu dengan cara menggerakkan pahat menjahui sumbu senter.

- Pahat DIN 4980

Pahat DIN 4980 fungsinya sama dengan pahat ISO 6, yaitu digunakan untuk proses pembubutan memanjang dengan hasil sudut bidangnya (*plane angle*) sebesar 90°, sehingga pada proses pembubutan bertingkat yang selisih diameternya tidak terlalu besar dan hasil sudut bidangnya dikehendaki siku (90°) pahatnya tidak perlu digerakkan menjahui sumbu senter.

- Pahat DIN 4981

Pahat DIN 4981 fungsinya sama dengan pahat ISO 7, yaitu digunakan untuk proses pembubutan alur menuju sumbu center dengan hasil sudut bidangnya (*plane angle*) sebesar 0°. Pahat jenis ini dapat juga digunakan untuk memotong pada benda kerja yang memiliki diameter nominal tidak lebih dari dua kali lipat panjang mata pahatnya.

7) Macam-macam Pahat Bubut Sisipan (*inserts Tips*).

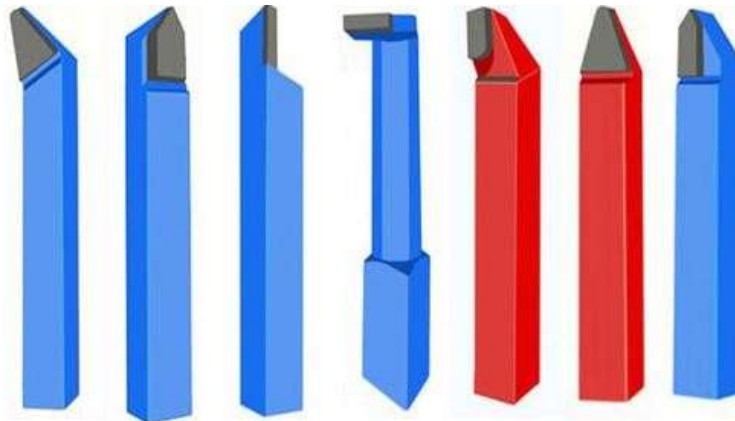
Sesuai perkembangan dan kebutuhan pekerjaan dilapangan, pahat bubut sisipan (*inserts Tips*) pengikatan dibrassing dan diklem/ dibaut.

a) Pahat bubut sisipan (*inserts tips*) pengikatan dibrassing

Pahat bubut sisipan (*inserts Tips*) pengikatan dibrassing (Gambar 2.61), pembuatannya hanya pada bagian ujung yang terbuat dari pahat bubut sisipan, kemudian diikatkan dengan cara dibrassing pada ujung badan/ bodi. Contoh macam-macam bentuk pahat bubut sisipan yang sudah dibrassing pada tangkai/ bodinya dapat dilihat pada (Gambar 2.62).



Gambar 2.61. Macam-macam pahat bubut sisipan (*insert tips*) pengikatan dibrassing



Gambar 2.62. Contoh macam-macam bentuk pahat Bubut sisipan yang sudah dibrassing pada tangkai/ bodinya

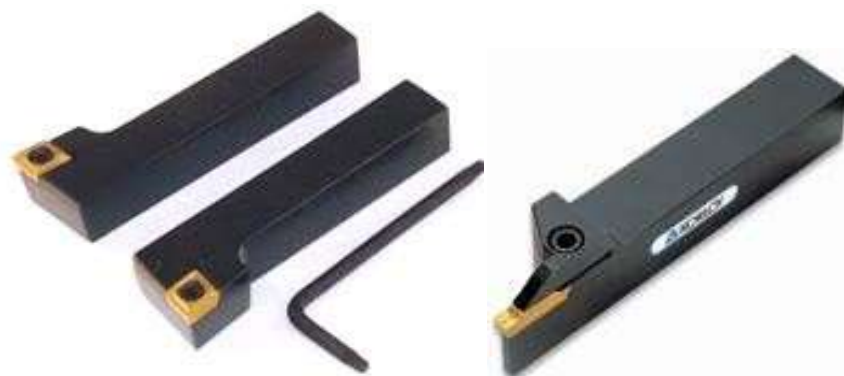
b) Pahat bubut sisipan (*inserts tips*) pengikatan diklem/ dibaut

Pahat bubut sisipan (*inserts tips*) pengikatan diklem/ dibaut (Gambar 2.63), pengikatannya yaitu dengan cara pahat bubut sisipan klem/ dibaut diselipkan pada pemegang/ holder. Contoh macam-macam pahat bubut

sisipan pengikatan diklem/ dibaut terpasang pada pemegannya untuk pembubutan bidang luar dapat dilihat pada (Gambar 2.64) dan terpasang pada pemegannya untuk pembubutan bidang dalam dapat dilihat pada (Gambar 2.65) .



Gambar 2.63. Pahat bubut sisipan (*inserts tips*) pengikatan diklem/ dibaut



Gambar 2.64. Pahat bubut sisipan pengikatan diklem/ dibaut terpasang pada pemegangnya untuk pembubutan bagian luar

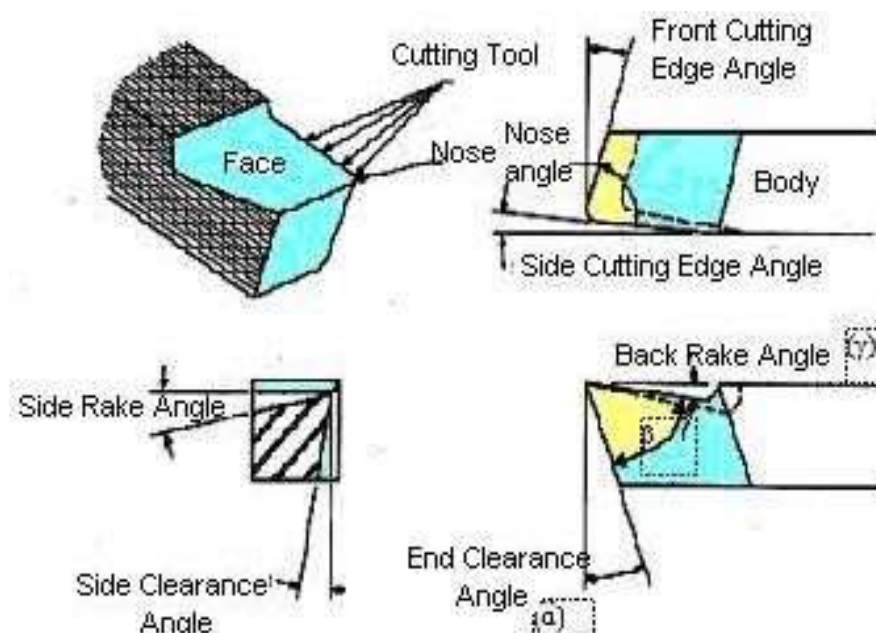


Gambar 2.65. Pahat bubut sisipan pengikatan diklem/ dibaut terpasang pada pemegangnya untuk pembubutan bagian dalam

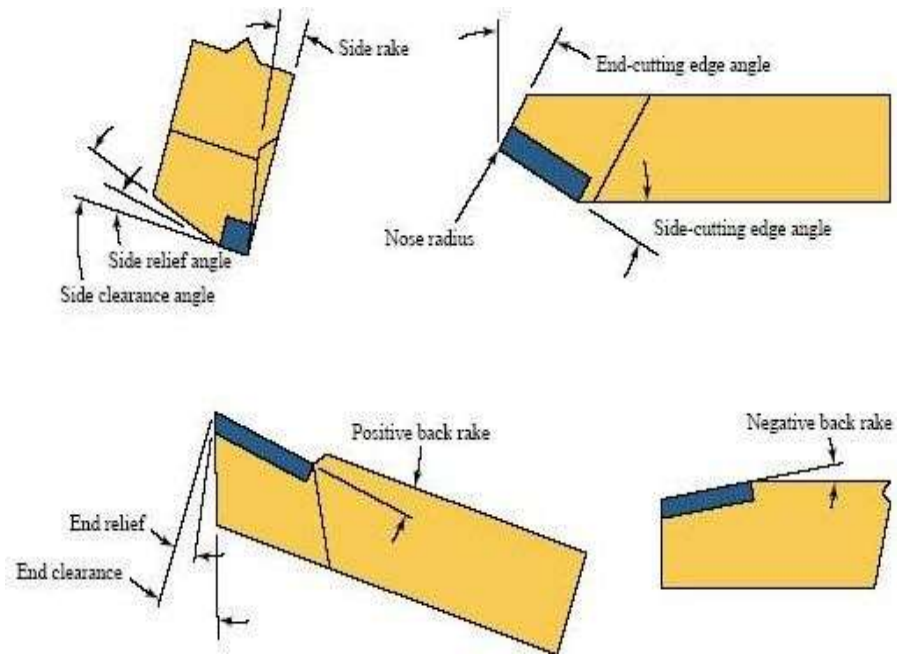
Bentuk dan pengkodean pahat sisipan dan pemegang pahatnya sudah distandarkan. Tabel pahat sisipan dan pengkodean pemegang pahat standar ISO dapat dilihat pada lampiran.

8) Geometris Pahat Bubut

Nama-nama geometris yang terdapat pada pahat bubut meliputi: sudut potong samping (*side cutting edge angle*), sudut potong depan (*front cutting edge angle*), sudut tatal (*rake angle*), sudut bebas sisi (*side clearance angle*), dan sudut bebas depan (*front clearance angle*).



Gambar 2.66. Geometris pahat bubut HSS

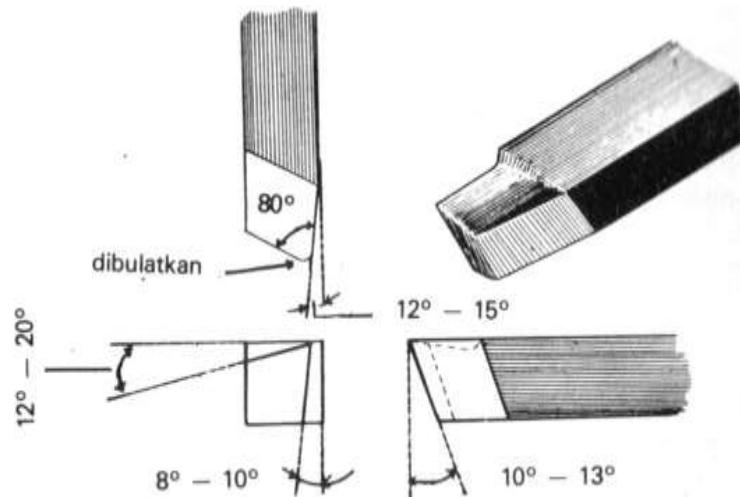


Gambar 2.67. Geometris pahat bubut insert

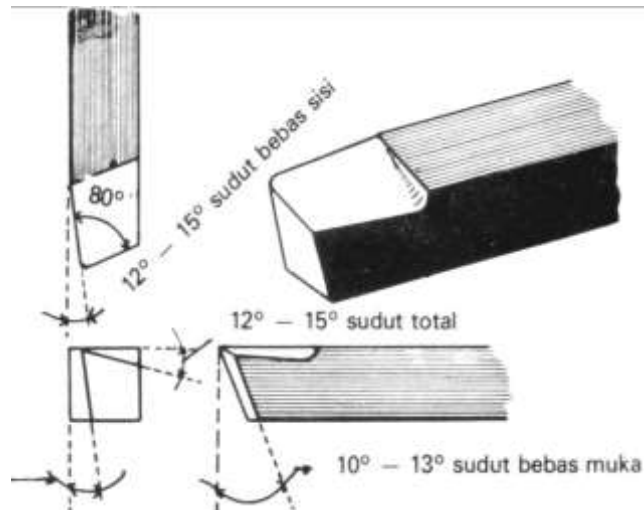
Besarnya sudut potong dan sudut-sudut kebebasan pahat tergantung dari jenis bahan/material yang akan diproses pembubutan, karena akan sangat berpengaruh terhadap hasil pemebubutan dan performa pahat. Berikut diuraikan besaran sudut potong dan sudut-sudut kebebasan pahat bubut jenis HSS.

a) Pahat Bubut Rata

Untuk proses pembubutan rata pada benda kerja dari bahan/ material baja yang lunak (*mild steel*), pahat bubut rata memiliki sudut potong dan sudut-sudut kebebasan sebagai berikut: sudut potong total 80° , sudut potongsisi samping (*side cutting adge angle*) $12^\circ \div 15^\circ$, sudut bebas tatal (*side rake angle*) $12^\circ \div 20^\circ$, sudut bebas muka (*front clearance angle*) $8^\circ \div 10^\circ$ dan sudut bebas samping (*side clearance angle*) $10^\circ \div 13^\circ$. Geometris pahat bubut rata kanan dapat dilihat pada (Gambar 2.68) dan pahat bubut rata kiri dapat dilihat pada (Gambar 2.69).



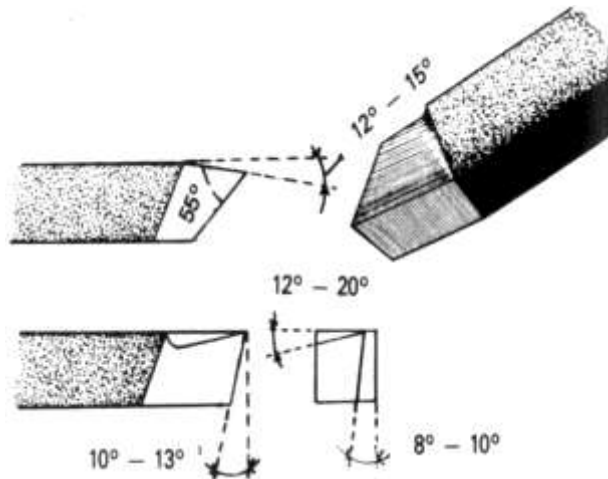
Gambar 2.68. Geometris pahat bubut rata kanan



Gambar 2.69. Geometris pahat bubut rata kiri

b) Pahat Bubut Muka/ Facing

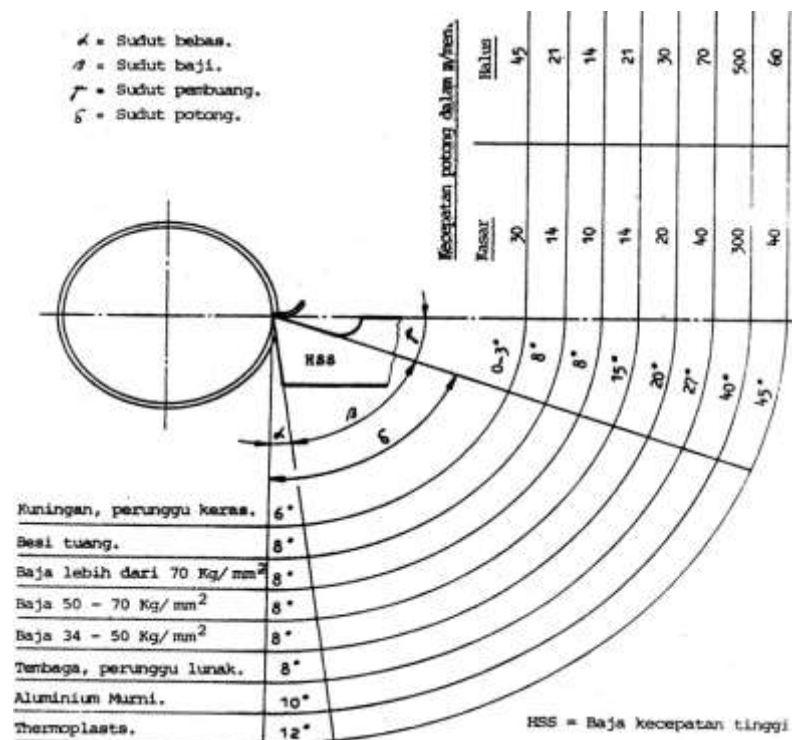
Untuk proses pembubutan muka/ facing pada benda kerja dari bahan/ material baja yang lunak (*mild steel*), pahat bubut muka memiliki sudut potong dan sudut-sudut kebebasan sebagai berikut: sudut potong 55° , sudut potong sisi samping (*side cutting edge angle*) $12^\circ \div 15^\circ$, sudut bebas total (*side rake angle*) $12^\circ \div 20^\circ$, sudut bebas muka (*front clearance angle*) $8^\circ \div 10^\circ$ dan sudut bebas samping (*side clearance angle*) $10^\circ \div 13^\circ$. Geometris pahat bubut muka/ facing dapat dilihat pada (Gambar 2.70).



Gambar 2.70. Pahat bubut muka/ facing

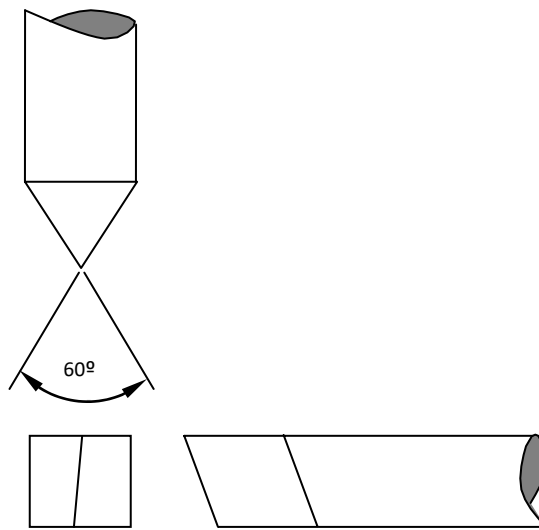
Besaran sudut potong dan sudut-sudut kebebasan lainnya yang ditunjukkan pada gambar diatas adalah berdasar pada pengalaman empiris, selain itu berikut ditampilkan tabel petunjuk penggunaan sudut potong dan sudut-sudut kebebasan lainnya berdasarkan jenis bahan/ material yang akan dikerjakan. (Tabel 2.2).

Tabel 2.2. Penggunaan sudut tatal dan sudut bebas pahat bubut

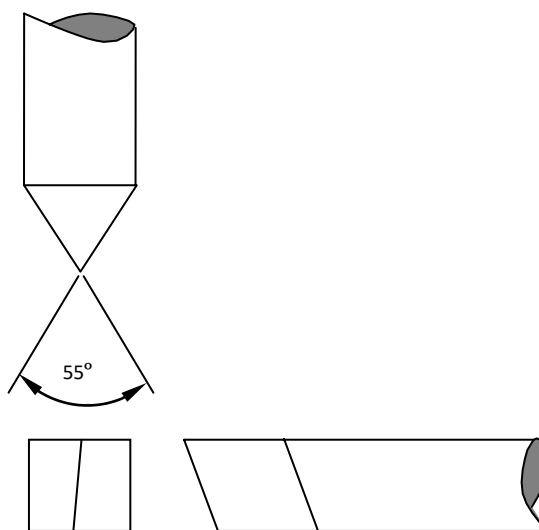


c) Pahat Bubut Ulir Segitiga

Pembuatan ulir segitiga yang sering dilakukan pada mesin bubut yang pada umumnya adalah jenis ulir metris (M) dan *withwort* (W). Jenis ulir metris memiliki sudut puncak ulir sebesar 60° (Gambar 2.71) dan ulir *withwort* 55° (Gambar 2.72). Besarnya sudut pahat bubut ulir harus disesuaikan dengan jenis ulir yang akan dibuat dan sudut-sudut kebebasan potongnya harus dihitung sesuai dengan kisar atau gangnya.



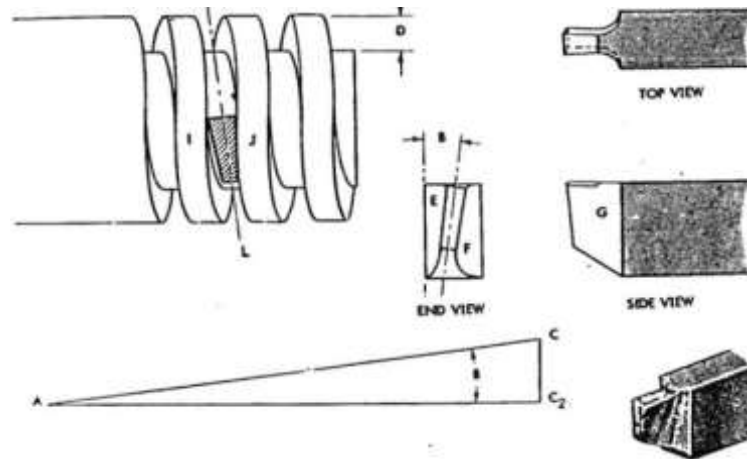
Gambar 2.71. Pahat bubut ulir metris (60°)



Gambar 2.72. Pahat bubut ulir *withwort* (55°)

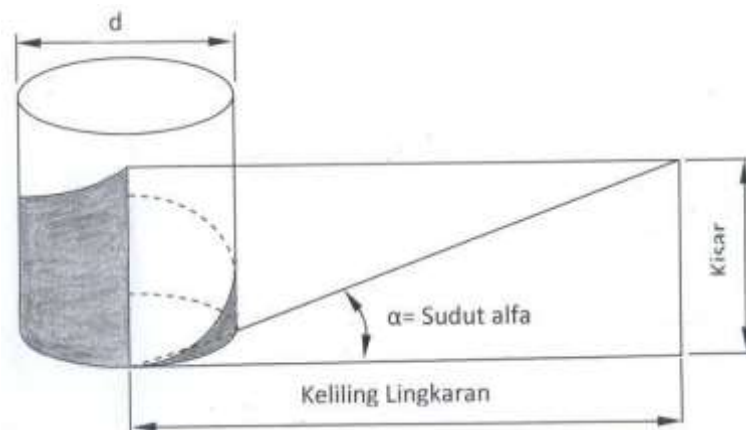
d) Pahat Bubut Ulir Segi Empat

Seperti halnya pahat bubut ulir segitiga, besaran sudut-sudut kebebasan pahat bubut ulir segi empat tergantung dari kisar/ gang yang akan dibuat (Gambar 2.73). Lebar pahat untuk ulir yang tidak terlalu presisi penambahannya sebesar 0,5 mm. Sedangkan untuk sudut-sudut kebebasan potongnya harus dihitung sesuai dengan kisar atau gangnya.



Gambar 2.73. Pahat bubut ulir segi empat

Untuk mendapatkan sudut bebas sisi samping pahat bubut ulir yang standar, sebelum melakukan penggerindaan atau pengasahan sudut-sudut kebebasannya harus dihitung terlebih dahulu sesuai kisar/gang ulir yang dibuat agar supaya mendapatkan sisi potong dan sudut kebebasan yang baik. Sebagai ilustrasi, sebuah ulir apabila dibentangkan dari titik awalnya, maka akan membentuk sebuah segitiga siku-siku (2.74).



Gambar 2.74. Ilustrasi bentangan ulir

Berdasarkan gambar tersebut diatas, sudut uliran atau kisarnya dapat dicari dengan rumus:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\text{Kisar}}{\text{Keliling Lingkaran}}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{P}{\pi \cdot d}$$

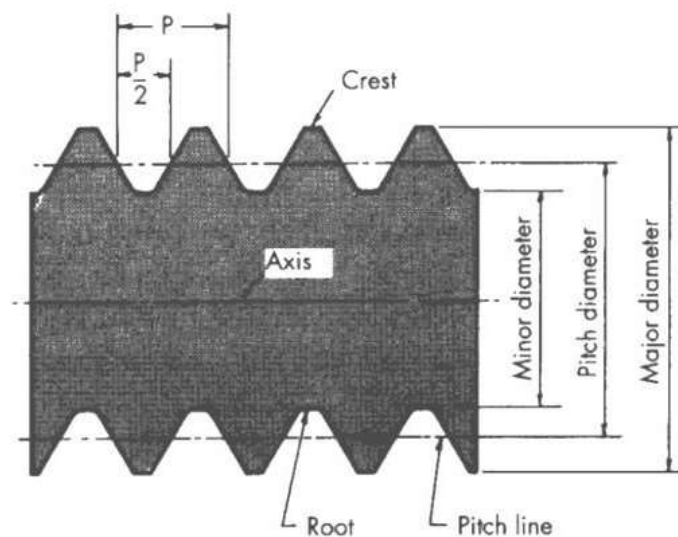
Pada saat penyayatan, sisi depan pahat ulir dibatasi oleh sisi uliran pada diameter terkecil/*minor diameter* (d_1) dan sisi belakangnya dibatasi oleh sisi uliran pada diameter terbesarnya/ *mayor diameter* (d) - (Gambar 2.75). Dengan demikian, agar pahat ulir tidak terjepit pada saat digunakan perlu adanya penambahan sudut kebebasan pada saat penggerindaan yaitu masing-masing sisi ditambah antara $1^\circ \div 3^\circ$ (Gambar 2.76), sehingga didapat:

› Sudut bebas sisi depan:

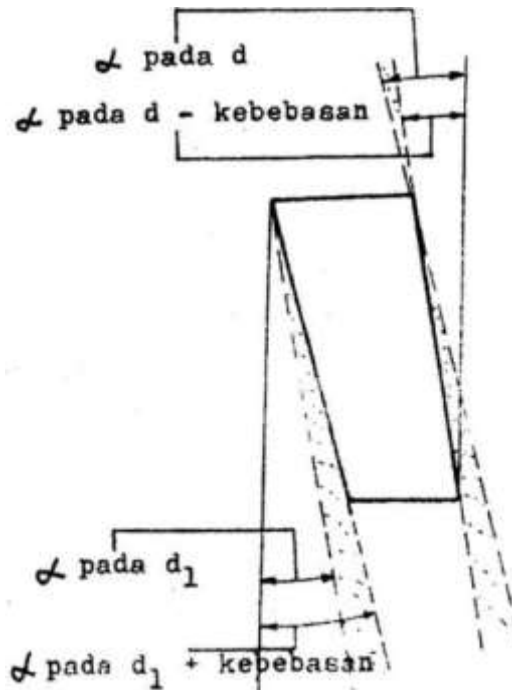
Sudut kisar pada diameter terkecil (d_1) + Kebebasan = α pada $d_1 + 1^\circ$

› Sudut bebas sisi belakang:

Sudut kisar pada diameter terbesar (d) + Kebebasan = α pada $d - 1^\circ$



Gambar 2.75. Dimensi ulir segitiga



Gambar 2.76. Penambahan Sudut Kebebasan

Contoh:

Akan dibuat sebuah ulir Metrik M30x3. Sudut kebebasan sisi depan dan belakangnya adalah:

- Sudut kisar pada d_1 :

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{P}{\pi \cdot d_1}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{3}{3,14 \cdot 27}$$

$$\alpha = 2^\circ 1'35,78''$$

$$\text{Maka sudut kebebasan sisi depan} = 2^\circ 1'35,78'' + 1^\circ = 3^\circ 1'35,78'' \approx 3^\circ$$

- Sudut kisar pada d :

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{P}{\pi \cdot d}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{3}{3,14 \cdot 30}$$

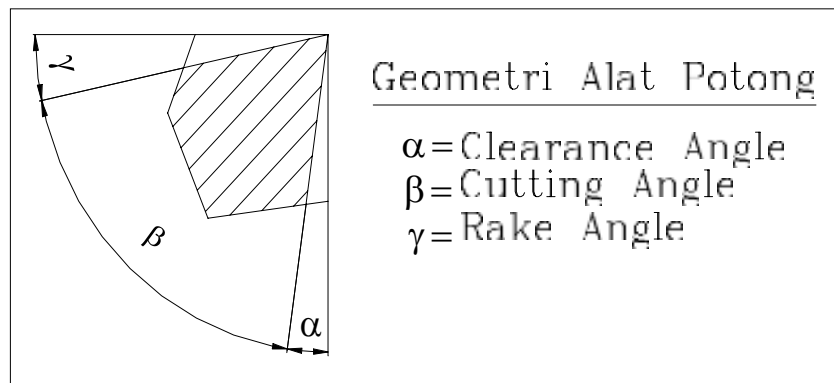
$$\alpha = 1^\circ 50'51,4''$$

$$\text{Maka sudut kebebasan sisi belakang} = 1^\circ 50'51,4'' - 1^\circ = 50' \approx 1^\circ$$

9) Perubahan Geometri Sudut Pahat

Untuk mendapatkan hasil pembubutan yang baik, pemasangan pahat bubut selain harus kuat dan aman juga ketinggiannya harus setinggi **pusat senter** agar tidak terjadi perubahan geometri pada pahat bubut. Posisi ketinggian pahat bubut terhadap **pusat senter** benda kerja mempunyai pengaruh besar terhadap geometri sudut potong utamanya, misalkan posisi tepat pada pusat senter, di bawah pusat senter, atau di atas pusat senter.

Geometri awal yang kita buat akan terpenuhi apabila kita menempatkan pahat tepat pada **pusat senter** dari putaran benda kerja. Apabila kita salah menyenterkan pahat (di atas atau di bawah senter), maka akan terjadi perubahan pada geometri sudut bebas (α) dan sudut garuk (γ) sedangkan sudut badji (β) tidak terpengaruh sama sekali.



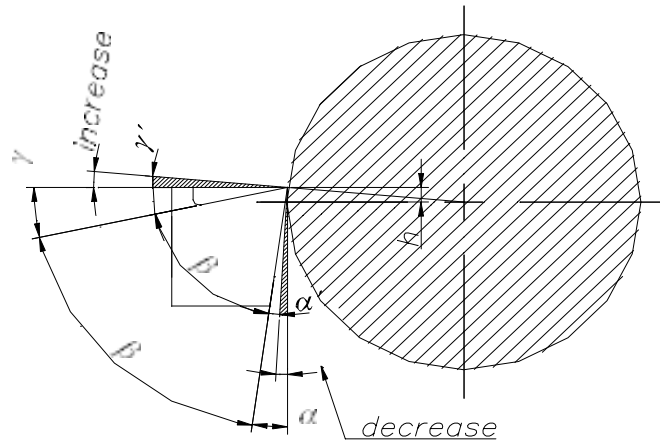
Gambar 2.77. Geometri pahat bubut

Perubahan ini dapat menyebabkan sudut tersebut menjadi lebih besar atau menjadi lebih kecil tergantung dari jenis pengerjaan (luar atau dalam) dan posisi pahat tersebut terhadap **pusat senter**. Perubahan yang terjadi pada sudut bebas dan sudut garuk/buang tatal akan saling berlawanan, apabila sudut gama (γ) membesar maka sudut alfa (α) akan mengecil dan sebaliknya. Hal ini disebabkan oleh kelengkungan dari diameter benda kerja. Besarnya perubahan sudut gama (γ) dan alfa (α) tergantung dari penyimpangan terhadap pusat senter, dan diameter dari benda kerja. Perubahan ini jelas tidak kita harapkan karena akan mempengaruhi proses dan hasil.

Adapun kemungkinan perubahan yang terjadi adalah sebagai berikut:

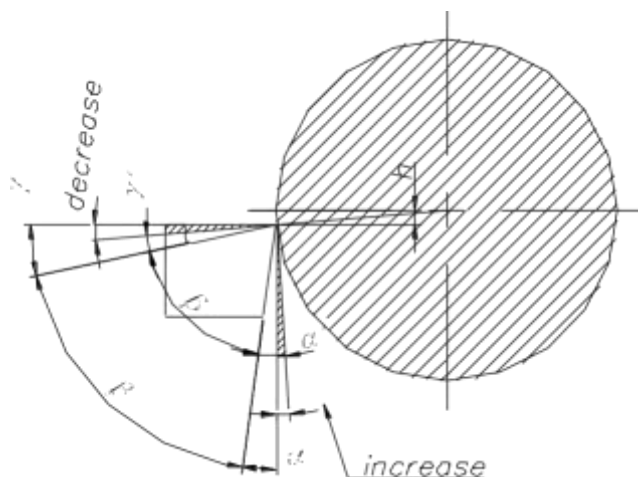
a) Pembubutan Luar

- Ketinggian pahat bubut diatas pusat senter benda kerja
 Pada kondisi ini ada perubahan sudut yaitu:
 - › Sudut bebas (α), menjadi lebih kecil.
 - › Sudut garuk (γ), menjadi lebih besar.



Gambar 2.78. Ketinggian pahat bubut diatas pusat senter benda kerja

- Ketinggian pahat dibawah pusat senter benda kerja
- Pada kondisi ini ada perubahan geometrisnya sebagai berikut:
- › Sudut bebas (α), menjadi lebih besar.
 - › Sudut garuk (γ), menjadi lebih kecil.



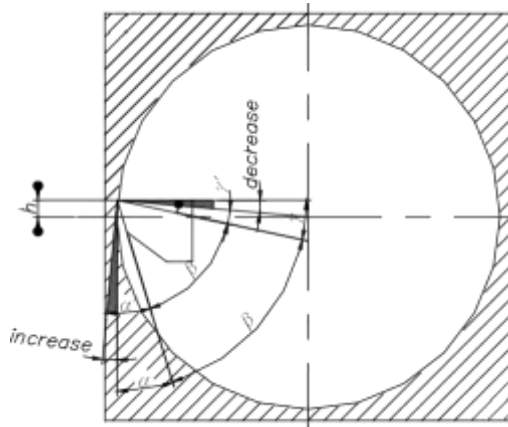
Gambar 2.79. Ketinggian pahat bubut dibawah pusat senter benda kerja

b) Pembubutan Dalam

- Ketinggian pahat diatas pusat senter benda kerja

Pada kondisi ini ada perubahan geometrisnya sebagai berikut:

- › Sudut bebas (α), menjadi lebih besar.
- › Sudut garuk (γ), menjadi lebih kecil.

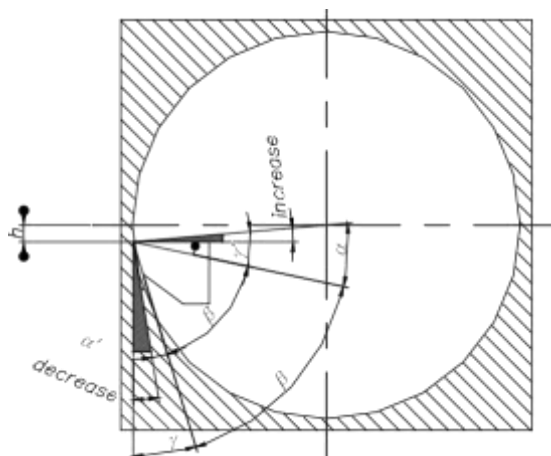


Gambar 2.80. Ketinggian pahat bubut diatas pusat senter benda kerja

- Ketinggian pahat dibawah pusat senter benda kerja

Pada kondisi ini ada perubahan geometrisnya sebagai berikut:

- › Sudut Bebas (α), menjadi lebih kecil.
- › Sudut Garuk (γ), menjadi lebih besar.



Gambar 2.81. Ketinggian pahat bubut dibawah pusat senter benda kerja

10) Kerusakan Pada Pahat Bubut.

Pahat bubut dikatakan rusak atau tidak dapat difungsikan sebagai mana mestinya, apabila telah terjadi perubahan pada geometri sudut potongnya terutama pada sudut kebebasan potong (α), sudut potong/ baji (β) dan sudutbuang tatal (γ) atau perubahan bentuk yang akan mengganggu proses pengerjaan. Ketika pahat tersebut sudah mengalami perubahan geometri sudut potong, maka proses pengerjaan menjadi tidak maksimal, seperti: kualitas permukaan kasar, beban motor penggerak dan pahat menjadi lebih berat, akan terjadi panas yang berlebihan akibat gesekan antara pahat dan benda kerja, proses pembubutan menjadi lebih lama, dan bisa mengakibatkan kerusakan yang lebih fatal terhadap benda kerja atau mesin.

Ada beberapa kerusakan yang terjadi pada pahat bubut, yang secara visual dapat terlihat diantaranya:

a) Radius Pada Ujung

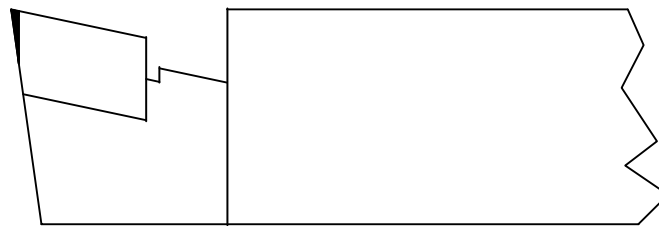
Pembentukan radius pada ujung pahat (Gambar 2.82), merupakan kerusakan yang wajar terjadi disebabkan oleh frekuensi pemakaian yang sudah melebihi ambang tool life pahat tersebut. Tool life pahat tidak selalu sama tergantung dari proses pengerjaan yang menyangkut penggunaan feed, cutting speed, dan material benda kerja. Oleh karena itu di butuhkan pengasahan pahat yang kontinyu, agar proses produksi dapat berjalan lancar.



Gambar 2.82. Pembentukan radius pada ujung pahat

b) Keausan Pada Bidang Bebas Muka

Keausan pada bidang bebas muka (Gambar 2.83), dapat disebabkan oleh pemakaian feed yang terlalu besar, atau sudut bebasnya (α) terlalu kecil, sehingga terjadi gesekan antara pahat dan benda kerja. Hal ini dapat dihindari dengan memperbesar sudut bebas atau memperkecil feed. Andaikan dalam kondisi ini pahat masih terus dipakai maka yang akan terjadi adalah penggesekan penyayatan dan berakibat seperti di atas.

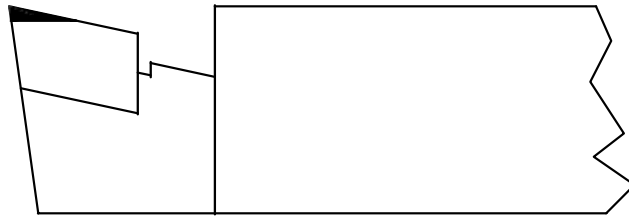


Gambar 2.83. Keausan pada bidang bebas muka

c) Keausan Pada Bidang Potong

Keausan pada bidang potong (Gambar 2.84), disebabkan panas yang berlebihan (*over heat*). Panas yang timbul dari hasil penyayatan dibawa oleh chips dan disalurkan ke pahat melalui bidang garuk tersebut. Hal ini bisa disebabkan oleh pemakaian cutting speed yang terlalu tinggi, dan juga sistem pendinginan yang kurang baik, sehingga panas yang muncul berlebihan dan tidak dapat dihantarkan atau dinetralisir dengan sempurna.

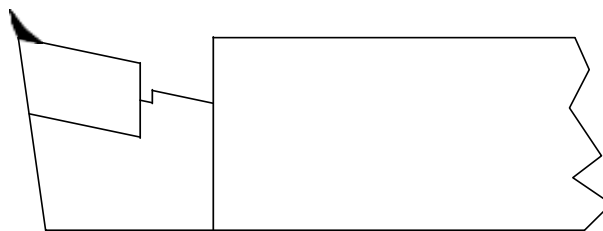
Keausan ini akan menyebabkan berubahnya nilai sudut potong, tingkat kesesuaian antara geometri sudut dan material akan berubah pula pada akhirnya akan mempengaruhi kualitas dari benda kerja. Hal ini dapat dicegah dengan penggunaan cutting speed yang sesuai dan pendinginan yang baik.



Gambar 2.84. Keausan pada bidang potong

d) *Built Up Cutting Edges*

Built up cutting edge adalah lelehan material benda kerja yang menempel pada ujung pahat (Gambar 2.85), lelehan ini menjadi dingin dan mengeras sehingga berfungsi sebagai mata potong yang baru. Akibat yang ditimbulkan adalah perubahan sisi potong utama yang berarti juga perubahan geometri sudut potongnya ukuran awal pahat dan center dari pahat akan berubah. Hal ini biasanya terjadi pada material yang lunak seperti mild steel atau Aluminium. Masalah ini bisa dihindari dengan memperbesar sudut buang tatal (γ) supaya alirannya chipnya lancar atau mengurangi cutting speednya. Bisa juga dengan menggunakan pendingin khusus untuk mencegah chip melekat pada pahat dan permukaan benda kerja bisa lebih halus misalnya untuk pengerjaan aluminium menggunakan pendingin minyak tanah.

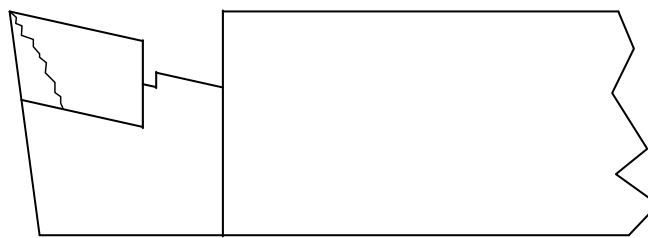


Gambar 2.85. Lelehan material benda kerja yang menempel pada ujung pahat

e) Keretakan Pada Pahat Bubut Sisipan/ Tip Carbide

Keretakan pada tip carbide (Gambar 2.86), lebih disebabkan karena panas berlebihan (*over heat*) dengan pendinginan yang tidak kontinyu atau

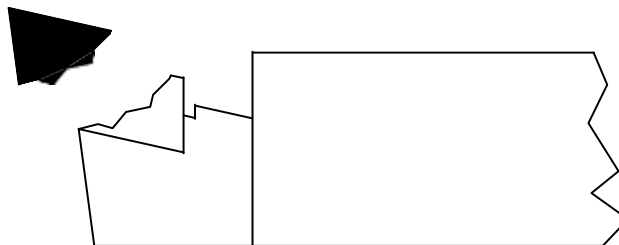
mendadak. Tip carbide tidak mampu menahan perubahan suhu yang besar dan mendadak. Perubahan itu memacu proses pemuaian dan penyusutan dalam range yang besar dan dalam waktu yang singkat. Untuk menghindarinya cukup dengan pemberian pendingin yang tepat dan teratur. Hal ini bisa juga disebabkan karena bagian bawah tip carbide tidak menumpu dengan sempurna akibat dari proses permesinan sebelumnya atau proses brassing yang kurang sempurna.



Gambar 2.86. Keretakan pada tip carbide

f) Tip Carbide Pecah

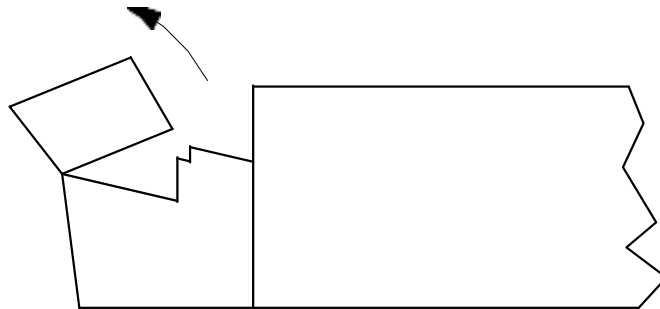
Kelemahan yang paling utama dari pahat carbide adalah ketidak mampuan untuk menahan beban kejut (*impact load*). Jika pahat carbide menerima beban kejut diluar kemampuannya maka akan pecah (Gambar 2.87). Hal lain juga bisa disebabkan beban berlebih karena kedalaman pemakanan, feed, atau cutting speed yang berlebihan. Selain tidak mampu menerima beban kejut tip carbide juga tidak mampu menahan beban tarik, jadi bisa juga pecahnya tip ini karena terjepit atau tertarik oleh material benda kerja.



Gambar 2.87. Tip carbide pecah

g) Tip Carbide Lepas

Lepasnya tip carbide ini lebih disebabkan karena sistim pengikat antara tip hasil brassing dan holdernya kurang baik, atau bisa juga disebabkan oleh beban lebih (*over load*) yang menyebabkan lepasnya sistim pengikat yang ada (gambar 2.88).



Gambar 2.88. Tip Carbide lepas

11) Pemilihan Pahat Bubut

Pertimbangan dalam memilih pahat bubut yang akan digunakan sebaiknya mempertimbangkan beberapa hal, diantaranya:

- Bahan/ material benda kerja
Kwalitas bahan pahat bubut harus memiliki sifat keras, ulet, tahan gesek, tahan aus dan tahan beban kejut.
- Kecepatan potong (*Cutting speed - Cs*)
Makin tinggi kecepatan potong yang ditetapkan, alat potong harus mempunyai sifat tahan panas yang baik.
- Kualitas permukaan (*Surface Quality*)
Semakin bagus kualitas permukaan yang dituntut, alat potong harus mempunyai sifat tahan aus yang baik.
- Frekuensi penggunaan
Semakin sering digunakan, alat potong harus mempunyai sifat tahan terhadap keausan.
- Ekonomis

Pertimbangan ekonomis, harga semakin murah tapi kualitas semaksimal mungkin.

3. Rangkuman

Macam Alat Potong Pada Mesin Bubut:

Selain pahat bubut, terdapat beberapa macam alat potong yang digunakan pada mesin bubut diantaranya:

- **Bor Senter (*Centre drill*)**

Bor senter adalah salah satu alat potong pada mesin bubut yang berfungsi untuk membuat lubang senter pada ujung permukaan benda kerja. Jenis bor senter ada tiga yaitu: bor senter standar (*standar centre drill*), bor senter dua mata sayat (*safety type centre drill*) dan bor senter mata sayat radius (*radius form centre drill*).

- **Mata Bor (*Twist Drill*)**

Mata bor adalah salah satu alat potong pada mesin bubut yang berfungsi untuk membuat lubang pada benda pejal. Dalam membuat diameter lubang bor dapat disesuaikan dengan kebutuhan, yaitu tergantung dari diameter mata bor yang digunakan.

- **Kontersing (*Countersink*)**

Kontersing (*Countersink*) adalah salah satu alat potong pada mesin bubut yang berfungsi untuk membuat chamfer pada ujung lubang agar tidak tajam atau untuk membuat chamfer pada ujung lubang untuk membenamkan kepala baut berbentuk tirus.

Apabila dilihat dari tangkainya, kontersing dapat dibagi menjadi dua jenis yaitu kontersing tangkai lurus dan kontersing tangkai tirus.

Apabila dilihat dari jumlah mata sayatnya, kontersing dapat dibagi menjadi enam jenis yaitu: kontersing mata sayat satu, kontersing mata sayat dua, kontersing mata sayat tiga, kontersing mata sayat empat, kontersing mata sayat lima, dan kontersing mata sayat enam.

- **Konterbor (*Counterbor*)**

Konterbor (*counterbor*) adalah salah satu alat potong pada mesin bubut yang berfungsi untuk membuat lubang bertingkat. Hasil lubang bertingkat berfungsi

sebagaiudukan kepala baut L. Jenis alat ini apabila dilihat dari tangkainya terbagi menjadi dua yaitu konterbor tangkai lurus. Apabila dilihat dari sisi ujung mata sayatnya, alat ini juga terbagi menjadi dua yaitu, konterbor dengan pengarah dan konterbor tanpa pengarah.

- **Rimer Mesin (*Reamer Machine*)**

Rimer mesin adalah salah satu alat potong pada mesin bubut yang berfungsi untuk memperhalus dan memperbesar lubang dengan toleransi dan suaian khusus sesuai tuntutan pekerjaan, yang prosesnya benda kerja sebelumnya dibuat lubang terlebih dahulu. Pembuatan lubang sebelum dirimer, untuk diameter sampai dengan 10 mm dianjurkan diameternya dibuat lebih kecil dari diameter nominal rimer yaitu antara $0,15 \div 0,25$ mm dan untuk lubang diameter 10 mm keatas, dianjurkan diameternya dibuat lebih kecil dari diameter nominal rimer yaitu antara $0,25 \div 0,60$ mm.

- **Kartel (*Knurling*)**

Kartel (*knurling*) adalah suatu alat pada mesin bubut yang berfungsi untuk membuat alur-alur melingkar lurus atau silang pada bidang permukaan benda kerja bagian luar atau dalam. Tujuan pengkartelan bagian luar adalah agar permukaan bidanng tidak licin pada saat dipegang, contohnya terdapat pada batang penarik, tangkai palu besi dan pemutar yang dipegang dengan tangan. Untuk pengkartelan bagian dalam tujuannya adalah untuk keperluan khusus, misalnya memperkecil lubang bearing yang sudah longgar.

Bentuk/ profil hasil pengkartelan ada tiga jenis yaitu: belah ketupat/ intan, menyudut/ silang dan lurus.

Pahat Bubut:

Pahat bubut merupakan salahsatu alat potong yang sangat diperlukan pada proses pembubutan, karena pahat bubut dengan berbagai jenisnya dapat membuat benda kerja dengan berbagai bentuk sesuai tututan pekerjaan misalnya, dapat digunakan untuk membubut permukaan/ facing, rata, bertingkat, alur, champer, tirus, memperbesar lubang, ulir dan memotong.

- **Bahan Pahat Bubut:**

Unsur-unsur yang berpengaruh terhadap performa alat potong/ pahat bubut diantaranya: Tungsten/ Wolfram (W), Chromium (Cr), Vanadium (V), Molybdenum (Mo) dan Cobalt (Co).

Sifat yang diperlukan untuk sebuah alat potong tidak hanya kerasnya saja, akan tetapi masih ada sifat lain yang diperlukan untuk membuat suatu alat potong memiliki performa yang baik misalnya, bagaimana ketahanan terhadap gesekan, ketahanan terhadap panas, ketahanan terhadap benturan dll.

Macam-macam pahat bubut dilihat dari jenis material/ bahan yang digunakan meliputi: Baja karbon, Baja kecepatan tinggi (*High Speed Steels-HSS*), Paduan cor nonferro (cast nonferrous alloys; cast carbides), Karbida (cemented carbides; hardmetals), Keramik (ceramics), CBN (cubic boron nitrides), dan Intan (sintered diamonds & natural diamond).

- **Proses Pembuatan Pahat Bubut**

Untuk mendapatkan kualitas hasil produk pahat bubut yang standar, tahapan proses pembuatannya harus sesuai prosedur yang telah ditetapkan. Tahapannya pembuatan pahat bubut sebagai berikut:

- Proses *mixing*: Merupakan proses pencampuran (*mixing*) antara serbuk logam dengan bahan aditif.
- Proses pembentukan (*forming*): Proses pembentukan (*forming*), yaitu proses pemberian gaya-gaya kompaksi baik pada temperatur ruang (*cold compaction*) maupun pada temperatur tinggi (*hot compaction*). Proses *cold compaction* akan dilanjutkan dengan proses sintering, yaitu proses pemanasan yang dilakukan pada kondisi vakum sehingga diperoleh partikel-partikel yang bergabung dengan kuat.
- Proses manufaktur: Proses manufaktur adalah proses pemesinan dalam rangka membentuk produk alat potong sesuai standar yang diinginkan.
- Proses finishing: Proses finishing adalah proses mengahluskan bidang/ bagian tertentu agar kelihatan lebih menarik bila dilihat dari sisi tampilan, dengan tidak mempengaruhi spesifikasi.

- **Sifat Bahan/ Material Pahat Bubut**

Secara garis besar ada empat sifat utama yang diperlukan untuk menjadi alat

potong yang memiliki kemampuan pemotongan/ performa yang baik. Adapun sifat-sifat yang dibutuhkan pada suatu alat potong antara lain sebagai berikut:

- Keras: Sifat paling utama yang dibutuhkan oleh alat potong adalah keras. Agar dapat memotong/menyayat bahan benda kerja/ material dengan baik, alat potong harus memiliki sifat lebih keras dari benda kerja/ *work material*.
- Ulet/ liat: Sifat ulet sangat diperlukan pada suatu alat potong, terutama untuk mengatasi/ menetralkan adanya beban kejutan dan getaran yang mungkin muncul sewaktu pemotongan/ penyayatan terjadi. Sifat ulet ini menyebabkan pahat mampu untuk mengalami pelenturan atau defleksi yang bersifat elastis
- Tahan Panas: Setiap alat potong pada saat digunakan untuk melakukan pemotongan/ penyayatan akan timbul panas, hal ini terjadi karena adanya gesekan akibat pemotongan. Besarnya panas yang ditimbulkan secara dominan tergantung dari kecepatan potong (*cutting speed*), kecepatan pemakanan (*feed*), kedalaman pemakanan (*depth of cut*), putaran mesin (*Revolution per menit – Rpm*), jenis bahan benda kerja yang dikerjakan dan penggunaan air pendingin.
- Tahan aus: Keausan yang timbul pada mata sayat pahat bubut, dapat disebabkan terjadinya gesekan maupun getaran yang terjadi pada saat pemotongan/ penyayatan. Sifat tahan aus dapat diperbaiki dengan penambahan unsur paduan ataupun perbaikan pada geometri sudut pada pahat bubut.

- **Macam-macam Pahat Bubut berdasarkan klasifikasinya**

Menurut Letak/Posisi Penyayatan:

- Pahat bubut luar: Digunakan untuk proses pembubutan benda kerja pada bidang bagian luar.
- Pahat bubut dalam: Digunakan untuk proses pembubutan benda kerja pada bidang bagian dalam.

Menurut Keperluan Pekerjaan:

- Pahat kasar (*roughing*): Selama diperlukan untuk proses pengerjaan kasar, pahat harus menyayat benda kerja dalam waktu yang sesingkat mungkin. Maka digunakan pahat kasar (*roughing*) yang konstruksinya dibuat kuat.

- Pahat Finishing: Apabila diinginkan hasil permukaan yang halus, sebaiknya digunakan pahat finishing. Ada dua jenis pahat finishing, yaitu pahat finishing titik dan pahat finishing datar. Pahat finishing titik mempunyai sisi potong bulat, sedang pahat finishing datar mempunyai sisi potong rata.

Menurut Letak Sisi Potongnya

- Pahat kanan: Pahat kanan adalah pahat yang mempunyai mata potong yang sisi potongnya menghadap kekanan apabila pahat mata potongnya dihadapkan kearah kita. Penggunaannya untuk mengerjakan benda kerja dari arah kanan ke arah kiri, atau menuju kearah kepala tetap/ cekam.
- Pahat kiri: Pahat kiri adalah pahat yang mempunyai mata potong yang sisi potongnya menghadap kekiri apabila pahat mata potongnya dihadapkan kearah kita. Penggunaannya untuk mengerjakan benda kerja dari arah kiri ke arah kanan, atau menuju kearah kepala lepas.

Menurut Fungsi

- Pahat rata: Pahat bubut jenis ini digunakan untuk membubut permukaan rata pada bidang memanjang. Sistem kerjanya adalah dengan menggerakkan pahat dari ujung luar benda kerja kearah cekam atau sebaliknya tergantung pahat kanan atau kiri.
- Pahat sisi/muka: Pahat bubut jenis ini yang digunakan untuk membubut pada permukaan benda kerja. Sistem kerjanya adalah dengan menggerakkan dari tengah benda kerja kearah keluar atau sebaliknya tergantung dari arah putarannya.
- Pahat potong: Pahat jenis ini digunakan khusus untuk memotong suatu benda kerja hingga ukuran panjang tertentu.
- Pahat alur: Pahat jenis ini digunakan untuk membentuk profil alur pada permukaan benda kerja. Bentuk tergantung dari pahat alur yang digunakan.
- Pahat champer: Pahat jenis ini digunakan untuk menchamper pada ujung permukaan benda kerja. Besar sudut champer pada umumnya 45°
- Pahat ulir: Pahat jenis ini digunakan untuk membuat ulir pada permukaan benda kerja, baik pembuatan ulir dalam maupun ulir luar.

- **Pahat Bubut Standar ISO:**

Pahat bubut standar ISO terdapat 9 (sembilan) type diantaranya:

- ISO 1: Digunakan untuk pembubutan memanjang dengan hasil sudut bidangnya (*plane angle*) 75° .
- ISO 2: Digunakan untuk pembubutan memanjang dan melintang dengan hasil sudut bidangnya (*plane angle*) 45° .
- ISO 3: Digunakan untuk pembubutan memanjang dan melintang (menjauh dari center) dengan hasil sudut bidangnya (*plane angle*) 93° .
- ISO 4: Digunakan untuk pembubutan memanjang dengan pemakanan kecil (finishing) dengan hasil sudut bidangnya (*plane angle*) 0° .
- ISO 5: Digunakan untuk pembubutan melintang menuju center dengan hasil sudut bidangnya (*plane angle*) 0° .
- ISO 6: Digunakan untuk pembubutan memanjang dengan hasil sudut bidangnya (*plane angle*) 90° .
- ISO 7: Digunakan untuk pembubutan alur menuju center dengan hasil sudut bidangnya (*plane angle*) 0° .
- ISO 8: Digunakan untuk pembesaran lubang tembus dengan hasil sudut bidangnya (*plane angle*) 75° .
- ISO 9: Digunakan untuk pembesaran lubang tak tembus dengan hasil sudut bidangnya (*plane angle*) 95° .

- **Pahat Bubut Standar DIN:**

Jenis pahat bubut menurut standar DIN, terdapat 10 (sepuluh) type yaitu:

- Pahat DIN 4971: Digunakan untuk proses pembubutan memanjang dengan hasil sudut bidangnya (*plane angle*) sebesar 75° .
- Pahat DIN 4972F: Digunakan untuk pembubutan memanjang dan melintang (pembubutan permukaan/ facing) dengan hasil sudut bidangnya (*plane angle*) sebesar 45° .
- Pahat DIN 4973: Digunakan untuk proses pembesaran lubang tembus dengan hasil sudut bidangnya (*plane angle*) sebesar 75° .
- Pahat DIN 4974: Digunakan untuk proses pembesaran lubang tak tembus dengan hasil sudut bidangnya (*plane angle*) sebesar 95° .
- Pahat DIN 4975: Digunakan untuk pembubutan finising arah memanjang

dengan hasil sudut bidangnya (plane angle) sebesar 45° .

- Pahat DIN 4976: Digunakan proses pembubutan memanjang dengan pemakanan relatif kecil dengan hasil sudut bidangnya (*plane angle*) sebesar 0° .
- Pahat DIN 4977: Digunakan untuk proses pembubutan melintang menuju sumbu center dengan hasil sudut bidangnya (plane angle) sebesar 0° .
- Pahat DIN 4978: Digunakan untuk proses pembubutan memanjang dan melintang dengan sudut bidang samping (plane angle) sebesar 93° .
- Pahat DIN 4980: Digunakan untuk proses pembubutan memanjang dengan hasil sudut bidangnya (plane angle) sebesar 90° , sehingga pada proses pembubutan bertingkat yang selisih diameternya tidak terlalu besar dan hasil sudut bidangnya dikehendaki siku (90°) pahatnya tidak perlu digerakkan menjauhi sumbu senter.
- Pahat DIN 4981: Digunakan untuk proses pembubutan alur menuju sumbu center dengan hasil sudut bidangnya (plane angle) sebesar 0° .

- **Macam-macam Pahat Bubut Sisipan (*inserts Tips*).**

- Pahat bubut sisipan (*inserts tips*): Pahat jenis ini pengikatan dibrasing dan pembuatannya hanya pada bagian ujung yang terbuat dari pahat bubut sisipan, kemudian diikatkan dengan cara dibrasing pada ujung badan/ bodi.
- Pahat bubut sisipan (*inserts tips*): Pahat jenis ini pengikatan diklem/ dibaut
- Pahat bubut sisipan (*inserts tips*) pengikatan diklem/ dibaut, pengikatannya yaitu dengan cara pahat bubut sisipan klem/ dibaut diselipkan pada pemegang/ holder

- **Geometris Pahat Bubut**

Nama-nama geometris yang terdapat pada pahat bubut meliputi: sudut potong samping (*side cutting edge angle*), sudut potong depan (*front cutting edge angle*), sudut tatal (*rake angle*), sudut bebas sisi (*side clearance angle*), dan sudut bebas depan (*front clearance angle*). Besarnya sudut potong dan sudut-sudut kebebasan pahat tergantung dari jenis bahan/ material yang akan diproses pembubutan, karena akan sangat berpengaruh terhadap hasil pemebubutan dan

performa pahat. Berikut diuraikan besaran sudut potong dan sudut-sudut kebebasan pahat bubut jenis HSS.

- Pahat Bubut Rata:

Untuk proses pembubutan rata pada benda kerja dari bahan/ material baja yang lunak (*mild steel*), pahat bubut rata memiliki sudut potong dan sudut-sudut kebebasan sebagai berikut: sudut potong total 80° , sudut potong sisi samping (*side cutting adge angle*) $12^\circ \div 15^\circ$, sudut bebas tatal (*side rake angle*) $12^\circ \div 20^\circ$, sudut bebas muka (*front clearance angle*) $8^\circ \div 10^\circ$ dan sudut bebas samping (*side clearance angle*) $10^\circ \div 13^\circ$.

- Pahat Bubut Muka/ Facing

Untuk proses pembubutan muka/ facing pada benda kerja dari bahan/ material baja yang lunak (*mild steel*), pahat bubut muka memiliki sudut potong dan sudut-sudut kebebasan sebagai berikut: sudut potong 55° , sudut potong sisi samping (*side cutting adge angle*) $12^\circ \div 15^\circ$, sudut bebas tatal (*side rake angle*) $12^\circ \div 20^\circ$, sudut bebas muka (*front clearance angle*) $8^\circ \div 10^\circ$ dan sudut bebas samping (*side clearance angle*) $10^\circ \div 13^\circ$.

- Pahat Bubut Ulir Segitiga

Pembuatan ulir segitiga yang sering dilakukan pada mesin bubut yang pada umumnya adalah jenis ulir metris (M) dan *withwort* (W). Jenis ulir Metris memiliki sudut puncak ulir sebesar 60° dan ulir *Withwort* 55° . Besarnya sudut pahat bubut ulir harus disesuaikan dengan jenis ulir yang akan dibuat dan sudut-sudut kebebasan potongnya harus dihitung sesuai dengan kisar atau gangnya.

- Pahat Bubut Ulir Segi Empat

Seperti halnya pahat bubut ulir segitiga, besaran sudut-sudut kebebasan pahat bubut ulir segi empat tergantung dari kisar/ gang yang akan dibuat. Lebar pahat untuk ulir yang tidak terlalu presisi penambahannya sebesar 0,5 mm.

Untuk mendapatkan sudut bebas sisi samping pahat bubut ulir yang standar, sebelum melakukan penggerindaan atau pengasahan sudut-sudut kebebasan harus dihitung terlebih dahulu sesuai kisar/gang ulir yang dibuat agar supaya mendapatkan sisi potong dan sudut kebebasan yang baik. Besarnya sudut-sudut kebebasan pada pahat ulir dapat dihitung dengan rumus:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\text{Kisar}}{\text{Keliling Lingkaran}}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{P}{\pi \cdot d}$$

Agar pahat ulir tidak terjepit pada saat digunakan perlu adanya penambahan sudut kebebasan pada saat penggerindaan, yaitu masing-masing sisi ditambah antara $1^\circ \div 3^\circ$, maka:

› Sudut bebas sisi depan:

$$\text{Sudut kisar pada diameter terkecil } (d_1) + \text{Kebebasan} = \alpha \text{ pada } d_1 + 1^\circ$$

› Sudut bebas sisi belakang:

$$\text{Sudut kisar pada diameter terbesar } (d) + \text{Kebebasan} = \alpha \text{ pada } d - 1^\circ$$

- **Perubahan Geometri Sudut Pahat**

Untuk mendapatkan hasil pembubutan yang baik, pemasangan pahat bubut selain harus kuat/kokoh juga ketinggiannya harus setinggi pusat senter agar tidak terjadi perubahan geometri pahat.

Posisi pahat terhadap pusat senter dari putaran benda kerja mempunyai pengaruh pusat senter, di bawah pusat senter, atau di atas pusat senter. Geometri awal yang kita buat akan terpenuhi apabila kita menempatkan pahat tepat pada pusat senter dari putaran benda kerja. Apabila kita salah menyentarkan pahat (di atas atau di bawah pusat senter), maka akan terjadi perubahan pada geometri sudut bebas (α) dan sudut garuk (γ) sedangkan sudut badji (β) tidak terpengaruh sama sekali.

- **Kerusakan Pada Pahat Bubut.**

Pahat bubut dikatakan rusak atau tidak dapat difungsikan sebagai mana mestinya, apabila telah terjadi perubahan pada geometri sudut potongnya terutama pada sudut kebebasan potong (α), sudut potong/ baji (β) dan

sudut buang tatal (γ) atau perubahan bentuk yang akan mengganggu proses pengerjaan. Ketika pahat tersebut sudah mengalami perubahan geometrinya maka proses pengerjaan menjadi tidak maksimal, seperti: kualitas permukaan kasar, beban motor penggerak dan pahat menjadi lebih berat, akan terjadi panas yang berlebihan akibat gesekan antara pahat dan benda kerja, proses pembubutan menjadi lebih lama, dan bisa mengakibatkan kerusakan yang lebih fatal terhadap benda kerja atau mesin.

Ada beberapa kerusakan yang terjadi pada pahat bubut, yang secara visual dapat terlihat diantaranya: radius pada ujung pahat, keausan pada bidang bebas muka, keausan pada bidang potong, *Built up cutting edge*, keretakan pada tip carbide, tip carbide pecah, dan tip carbide lepas.

- **Pemilihan Pahat Bubut**

Pertimbangan dalam memilih pahat bubut yang akan digunakan sebaiknya mempertimbangkan beberapa hal, diantaranya:

- **Bahan/ material benda kerja**
Pahat bubut harus lebih keras dari benda kerja yang akan dikerjakan
- **Kecepatan potong (*Cutting speed - Cs*)**
Makin tinggi kecepatan potong yang ditetapkan, alat potong harus mempunyai sifat tahan panas yang baik.
- **Kualitas permukaan (*Surface Quality*)**
Semakin bagus kualitas permukaan yang dituntut, alat potong harus mempunyai sifat tahan aus yang baik.
- **Frekuensi penggunaan**
Semakin sering digunakan, alat potong harus mempunyai sifat tahan terhadap keausan.
- **Ekonomis**
Pertimbangan ekonomis, harga semakin murah tapi kualitas semaksimal mungkin.

