

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Karakteristik dari setiap benda kerja pembubutan memiliki karakteristik yang berbeda beda. Perbedaan karakteristik ini disebabkan oleh bentuk dan jenis benda kerjanya yang berkaitan dengan perbedaan kandungan karbon didalam benda kerja tersebut, sistem pelumasan dan lain-lainnya. Benda kerja dari setiap hasil proses permesinan akan memiliki karakteristik yang berbeda beda. Bisa dilihat dari tingkat kekasaran hasil dari permesinan. Hasil permesinan akan dapat menentukan karakter benda kerja tersebut akan lebih efisien digunakan dalam pengaplikasiannya.

Kekasaran merupakan salah satu karakteristik dari hasil pembubutan benda kerja. Salah satu benda kerja yang memiliki nilai kekasaran yang rendah adalah poros, dimana permukaan poros dituntut untuk memiliki nilai kekasaran yang rendah. Mengacu pada kegunaan daripada poros yaitu mentransmisikan putaran dari alat penggerak seperti motor listrik. Poros tersebut dituntut untuk memiliki nilai kekasaran yang rendah mengingat efisiensi dari benda kerja yang memiliki nilai kekasaran rendah dapat mengurangi keausan seiring penggunaan dari benda kerja tersebut. Pada proses pemesinan poros dilakukan dengan menggunakan mesin bubut baik konvensional maupun mesin bubut CNC (*Computer Numerical Control*). Namun kualitas dari produk hasil pembubutan juga dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya adalah putaran, kedalaman potong, kecepatan makan, dan jenis material dari pahat yang digunakan. Dan selain itu mesin bubut dan juga

operatornya juga mempengaruhi kualitas daripada produk yang dihasilkan.

Proses mendapatkan nilai kekasaran permukaan poros yang halus dari proses bubut dapat ditentukan dengan penentuan kecepatan pemakanan, kedalaman potong, dan pemilihan mata pahat yang sesuai karena baik kekuatan dan ketajaman dari mata pahat sangat berpengaruh terhadap produk yang dihasilkan. Dalam tugas akhir ini difokuskan pada penggunaan material dan pahat pemotong untuk mengetahui karakteristik pembubutan dari benda kerja tersebut.

Pembubutan juga terbagi atas 2 bagian yaitu pembubutan kering dan pembubutan basah. Pembubutan basah merupakan proses pembubutan yang dilakukan dengan cairan pendingin terhadap benda kerja saat dilakukannya proses pembubutan. Harapan dari proses pembubutan basah ini adalah untuk mengurangi temperatur pada benda kerja saat dilakukannya proses pembubutan untuk mengurangi kecacatan produk saat proses pembubutan yang diakibatkan oleh gaya gesek yang tinggi sehingga menyebabkan temperatur benda kerja sangat tinggi.

Namun dari proses pembubutan basah ini memiliki limbah cairan yang setelah proses permesinan harus dibuang. Ini menyebabkan pencemaran lingkungan apabila dilakukan secara terus menerus. Oli dan air *coolant* dimana ini sering terjadi banyak yang berhamburan atau berceceran di daerah sekitar pengerjaan mesin bubut itu sendiri, dimana nantinya cairan akan menyatu langsung dengan saluran pembuangan air, ini dapat menyebabkan tercemarnya air sungai, gorong-gorong got, yang akan mengubah warna dan bau pada air tersebut yang dimana air tersebut telah melampaui batas pH yang telah ditentukan, dan juga pembuangan limbah yang tidak pada tempat dapat menyebabkan pencemaran tanah yang disebabkan oleh air

yang telah tercampur dengan oli dan air *coolant* meresap ke dalam tanah, tanah nantinya akan menimbulkan bau yang tidak sewajarnya dan akan menimbulkan banyak bakteri yang akan muncul. Sebenarnya sudah ada undang-undang mengenai syarat dan tata cara perizinan serta pedoman kajian air limbah ke air atau sumber air. Ini terdapat pada keputusan menteri lingkungan hidup nomor 111 tahun 2003. Pembuangan limbah dan cairan pendingin permesinan pembubutan yang tidak tepat dapat menimbulkan dampak buruk terhadap lingkungan, kesehatan, dan bisnis. Risiko ini mencakup pencemaran tanah, air, dan udara dengan zat beracun, korosif, atau mudah terbakar yang dapat membahayakan satwa liar, tumbuhan, dan manusia.

Mempertimbangkan hal-hal dari bentuk kekurangan pembubutan basah yang berdampak buruk terhadap lingkungan, maka dalam penelitian ini dilakukan pembubutan kering yang lebih ekonomis terhadap lingkungan. Pembubutan kering ini dilakukan juga memiliki beberapa keuntungan dibandingkan dengan pembubutan basah antara lain: tidak menggunakan cairan pendingin yang dapat mencemari lingkungan, dari segi ekonomi biaya juga lebih hemat, tidak berdampak terhadap operator yang melakukan pembubutan karena tidak ada asap akibat dari cairan pendingin dan benda kerja yang memiliki temperatur tinggi saat dibubut. Terlepas dari beberapa kelebihan tersebut, kekurangan dari proses pembubutan kering ini juga terdapat pada proses pembubutan yang memiliki temperatur tinggi. Yang dimana temperatur tinggi ini dapat mengakibatkan perubahan struktur benda kerja setelah dibubut. Untuk usia mata pahat bubut juga tergolong tidak lama mengingat mata pahat tersebut digunakan secara terus menerus untuk pembubutan dalam temperatur tinggi. Hal hal tersebut dari kekurangan ataupun kelebihan

daripada pembubutan kering maupun pembubutan basah tentunya akan menjadi pertimbangan sendiri terhadap industri terlebih industri manufaktur yang melakukan proses permesinan. Tentunya di era yang sekarang ini diharapkan kita lebih peduli lagi terhadap lingkungan mengingat banyak dampak buruk yang dihasilkan dari cairan pendingin pembubutan basah. Hal yang perlu diteliti dan diuji lebih lanjut adalah menemukan cairan pendingin yang ramah lingkungan, ekonomis, dan tentunya tetap efisien apabila digunakan sebagai cairan pendingin pada proses pembubutan basah.

1.2 Rumusan Masalah

Perumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana karakteristik pembubutan baja karbon tinggi dengan menggunakan mata pahat intan?
2. Bagaimana pengaruh pembubutan terhadap mata pahat intan?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Mesin bubut yang digunakan adalah mesin bubut konvensional LG-1768H.
2. Material benda kerja yang digunakan adalah baja karbon tinggi.
3. Pahat potong yang digunakan adalah intan.
4. Putaran spindel penelitian ini adalah 1000 rpm, 1600 rpm dan 2000 rpm.
5. Kedalaman potong (*depth of cut*) dalam penelitian ini adalah 2 mm.

6. Laju pemakanan atau gerak pemakanan 0,10 mm/rev, 0,120 mm/rev, dan 0,140 mm/rev.
7. Pada proses pembubutan tidak menggunakan cairan pendingin.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui pengaruh variasi putaran spindel dan gerak pemakanan terhadap tingkat kekasaran permukaan benda kerja.
2. Mengetahui pengaruh variasi putaran spindel dan gerak pemakanan terhadap nilai aus mata pahat.
3. Mengetahui hubungan kekasaran benda kerja dengan keausan mata pahat.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dalam penelitian yang dilakukan adalah :

1. Bagi peneliti, dapat menambah wawasan dan pengetahuan dari analisa karakteristik pembubutan baja karbon tinggi.
2. Bagi akademisi, hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai sumber referensi mengenai analisa karakteristik pembubutan baja karbon tinggi dan dapat menjadi bahan pustaka dalam program studi S-1 Teknik Mesin Universitas Islam Sumatera Utara.
3. Bagi praktisi, hasil penelitian ini dapat dimanfaatkan sebagai salah satu informasi dan sebagai pembanding dengan penelitian lainnya.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Proses Permesinan

Proses pemesinan (*machining*) adalah proses pembentukan geram (*chip*) akibat dari perkakas (*tools*) yang dipasang pada mesin perkakas (*machine tools*), Bergeraknya *relative* dengan benda kerja (*work piece*) yang dicekam pada bagian daerah kerja mesin perkakas. Beberapa jenis permesinan yang dilakukan pada industri antara lain : Proses pembubutan (*turning*), penyekrapan (*shaping*), proses gerinda (*grinding*), proses frais (*milling*), dan proses gergaji (*sawing*). Menurut para ahli, Proses permesinan dilakukan untuk menciptakan produk melalui beberapa tahapan-tahapan dari bahan baku untuk diproses dengan cara-cara tertentu secara urut dan sistematis agar menghasilkan suatu produk yang diinginkan dan berguna sesuai fungsinya. (Marsyahyo : 2003).

Proses permesinan adalah proses pemotongan atau pembuangan sebagian bahan dengan maksud untuk membentuk produk yang diinginkan. Proses pemesinan seperti proses bubut, pengeboran, frais atau pemesinan baut pada dasarnya merupakan suatu proses pembuangan sebagian bahan benda kerja dimana pada proses pemotongannya akan dihasilkan geram (*chip*) yang merupakan bagian benda kerja yang akan dibuang. Pahat potong bergerak sepanjang benda kerja dengan kecepatan tertentu dan kedalaman pemotongan tertentu. Pergerakan pahat ini mengakibatkan timbulnya geram (*chip*) yang terbentuk dari proses pergeseran.

2.2 Klasifikasi & Elemen Dasar Permesinan

Komponen mesin yang dibuat dari logam memiliki bentuk yang beraneka ragam. Pada umumnya komponen-komponen tersebut dibuat dengan proses permesinan dari bahan yang berasal dari proses sebelumnya yaitu proses penuangan (casting) dan proses pengolahan bentuk (metal forming). Karena bentuknya yang beraneka ragam tersebut maka proses permesinan yang dilakukan pun beraneka ragam sesuai bidang yang dihasilkan silindrik atau rata. (Taufiq Rochim: 2007).

Setelah berbagai aspek ditinjau pembuangan geram yang paling cepat dilakukan dengan cara pemotongan, untuk itu ada lima elemen dasar proses permesinan yang perlu diketahui, yaitu:

1. Kecepatan Potong (cutting speed) : v (m/min),
2. Kecepatan Makan (feeding speed) : v_f (mm/min),
3. Kedalaman Potong (depth of cut) : a (mm),
4. Waktu Pemotongan (cutting time) : t_c (min),
5. Kecepatan penghasiian geram
(rate of metal removal) : z (cm³/min)

2.3 Mesin Bubut Konvensional

Mesin bubut (*turning machine*) adalah suatu jenis mesin perkakas yang dalam proses kerjanya bergerak memutar benda kerja dan menggunakan potong pahat (*tools*) sebagai alat untuk memotong benda kerja tersebut. Mesin bubut

merupakan salah satu mesin proses produksi yang dipakai untuk membentuk benda kerja yang berbentuk silindris, namun dapat juga dipakai untuk beberapa kepentingan lain. Pada prosesnya benda kerja terlebih dahulu dipasang pada *chuck* (pencekam) yang terpasang pada spindel mesin, kemudian spindel dan benda kerja diputar dengan kecepatan tertentu.

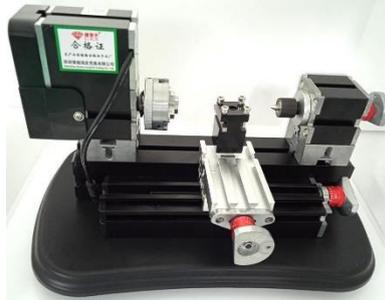
Alat potong (pahat) yang dipakai untuk membentuk benda kerja akan ditempelkan pada benda kerja yang berputar sehingga benda kerja terbentuk sesuai dengan bentuk dan ukuran yang dikehendaki. Umumnya pahat bubut bubut dalam keadaan diam pada perkembangannya ada jenis mesin bubut yang berputar alat potongnya, sedangkan benda kerjanya diam.

Pada kelompok mesin bubut juga terdapat bagian-bagian otomatis dalam pergerakannya bahkan juga ada yang dilengkapi dengan layanan sistem otomatis, baik yang dilayani dengan sistem hidraulik ataupun elektrik. Ukuran mesinnya pun tidak semata-mata kecil karena tidak sedikit mesin bubut konvensional yang dipergunakan untuk mengerjakan benda berukuran besar seperti yang dipergunakan pada industri perkapalan.

2.3.1 Jenis-Jenis Mesin Bubut Konvensional

Jenis – jenis mesin bubut konvensional secara garis besar dibedakan menjadi mesin bubut ringan, mesin bubut sedang, mesin bubut standar dan mesin bubut panjang. Dengan memiliki kegunaan yang sama, tetapi memiliki perbedaan pada setiap penggunaannya. Jenis-jenis mesin bubut konvensional berdasarkan ukurannya adalah sebagai berikut :

1. Mesin bubut ringan (*mini lathe*)



Gambar 2. 1 Mesin Bubut Ringan

Mesin bubut ringan merupakan mesin bubut tugas ringan berukuran cukup kecil sehingga hanya membutuhkan lebih sedikit ruang dibandingkan dengan mesin bubut lainnya. Karena ukuran mesin yang kecil dan *fleksible*, putaran maksimum mesinnya hanya dibatasi hingga 20 inci. Mesin bubut ringan siap digunakan di industri kayu untuk pembubutan kayu. Kegunaan lain dari mesin tersebut ialah seperti *slotting*, *turning*, *tapering*, *spinning* dan aplikasi ringan serupa pada benda kerja yang lebih kecil.. Mesin bubut ringan juga dapat dijadikan sebagai latihan dalam mengoperasikan mesin bubut atau dapat juga dijadikan pembelajaran untuk mendalami profesi mesin bubut.

2. Mesin bubut sedang (*Medium lathe*)



Gambar 2. 2 Mesin Bubut Sedang

Mesin bubut sedang merupakan mesin dalam kategori yang terbuat dari besi berkualitas tinggi sehingga alas akan sangat kuat untuk menahan tekanannya. Hal ini memungkinkan mesin bubut sedang dapat bekerja secara konsisten dengan presisi tinggi bahkan di bawah tekanan tinggi dibandingkan dengan peralatan mesin tugas ringan, mesin ini memberikan kekuatan lebih dan dapat digunakan untuk mengerjakan benda kerja yang lebih besar. Mesin ini jauh lebih besar dari mesin bubut ringan.

Mesin ini juga dilengkapi dengan konstruksi yang lebih kompleks dan detail. Serta terdapat beberapa bagian yang mempunyai fungsi dan peralatan khusus. Kegunaan dari mesin ini juga jauh lebih kompleks. Dapat mengerjakan material dengan diameter hingga 20 cm. Mesin ini juga dapat menciptakan sebuah perkakas baik untuk keperluan rumah tangga ataupun sekolah. Selain itu juga dapat digunakan untuk memperbaiki suatu perkakas.

3. Mesin bubut standar (*standard lathe machine*)



Gambar 2. 3 Mesin Bubut Standar

Mesin bubut standar merupakan jenis mesin yang paling umum digunakan oleh banyak orang. Biasanya terdapat pada toko mesin, bengkel, lembaga pendidikan lain sebagainya. Mesin ini mempunyai tenaga yang cukup kuat dan

kegunaannya cukup untuk membubut benda – benda yang tidak terlalu besar dan keras.

Mesin bubut standar merupakan salah satu jenis mesin yang paling banyak digunakan pada bengkel-bengkel pemesinan baik itu di industri manufaktur, lembaga pendidikan kejuruan dan lembaga diklat 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 dan lain-lain.

4. Mesin bubut meja panjang (*long bed lathe machine*)

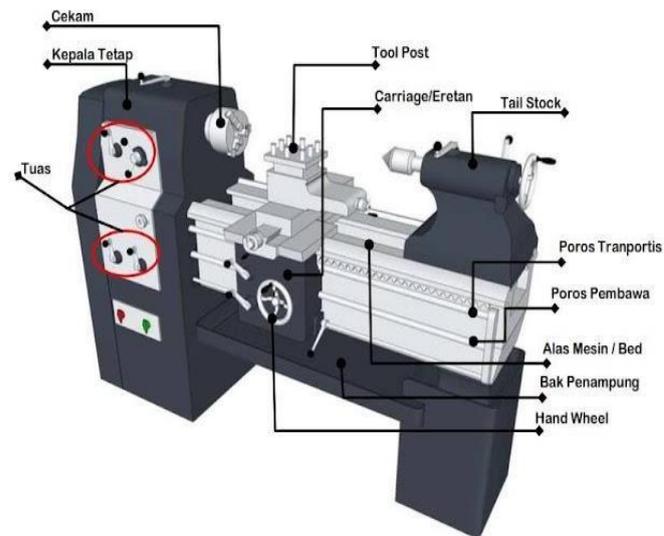


Gambar 2. 4 Mesin Bubut Meja Panjang

Mesin bubut meja panjang adalah jenis mesin yang banyak digunakan oleh perusahaan-perusahaan besar karena mempunyai kekuatan dan kecepatan mesin yang sangat besar. Biasanya alat ini digunakan untuk menghilangkan bagian-bagian tak dibutuhkan yang terdapat pada benda. Selain itu penggunaan alat ini untuk membubut benda-benda ukuran besar dengan jumlah yang sangat banyak. Mesin bubut meja panjang sangat mempengaruhi dunia perindustrian karena mempunyai peran yang sangat penting dalam hal produksi barang.

2.3.2 Bagian – Bagian Utama Mesin Bubut

Sebuah mesin bubut juga tentunya memiliki bagian-bagian masing-masing dengan fungsi yang berbeda. Berikut adalah contoh gambar bagian-bagian utama mesin bubut.



Gambar 2. 5 Bagian Mesin Bubut

1. Sumbu utama (*main spindle*)

Sumbu utama merupakan bagian mesin bubut yang berfungsi sebagaiudukan chuck (cekam) yang didalamnya terdapat susunan roda gigi yang dapat digeser-geser melalui handle/tuas untuk mengatur putaran mesin sesuai kebutuhan pembubutan.

2. Meja mesin (*bed*)

Meja mesin merupakan tumpuan gaya pemakanan waktu dan waktu pembubutan. Meja mesin berfungsi sebagai tempat kedudukan kepala lepas dan eretan. Bentuk alas ada berbagai macam, ada yang datar dan ada juga yang salah satu atau kedua sisinya mempunyai ketinggian tertentu.

3. Eretan (*carriage*)

Eretan merupakan bagian dari mesin bubut yang berfungsi sebagai pembawa dudukan pahat potong. Eretan terdiri dari beberapa bagian seperti engkol dan transporter.

4. Kepala lepas (*tail stock*)

Kepala lepas digunakan sebagai dudukan senter putar sebagai pendukung bendakerja pada saat pembubutan, dudukan bor tangkai tirus dan cekam bor sebagai menjepit bor.

5. Penjepit pahat (*tools post*)

Penjepit pahat digunakan untuk menjepit atau memegang pahat potong yang bentuknya ada beberapa macam. Jenis ini sangat praktis dan dapat menjepit pahat empat buah sekaligus sehingga dalam suatu pengerjaan bila memerlukan empat macam pahat dapat dipasang dan disetel sekaligus.

6. Tuas pengatur kecepatan sumbu utama dan plat penunjuk kecepatan

Tuas pengatur kecepatan berfungsi untuk mengatur kecepatan putaran mesin sesuai hasil dari perhitungan atau pembacaan dari tabel putaran. Plat tabel kecepatan sumbu utama menunjukkan angka-angka besaran kecepatan sumbu utama yang dapat dipilih sesuai dengan pekerjaan pembubutan.

7. Transporter dan sumbu pembawa

Transporter atau poros transporter adalah poros berulir segi empat atau trapesium yang biasanya memiliki kisar 6mm, digunakan untuk membawa eretan pada saat melakukan pekerjaan otomatis, Misalnya saat membubut ulir, alur atau pekerjaan pembubutan lainnya sedangkan sumbu pembawa

berfungsi mendukung jalannya eretan.

8. Cekam (*chuck*)

Cekam adalah alat yang digunakan untuk menjepit benda kerja. Jenisnya ada yang berahang tiga sepusat (*self centering chuck*) dan ada juga yang berahang tiga dan berahang empat tidak sepusat (*independenc chuck*). Cekam rahang tigasepusat digunakan untuk benda-benda silindris dimana gerakan rahang bersama-sama pada dikencangkan atau dibuka sedangkan rahang tiga atau empat tidak berpusat setiap rahang dapat bergerak sendiri tanpa diikuti oleh rahang yang lain, maka jenis ini biasanya untuk mencekam benda-benda yang tidak berbentuk silindris atau digunakan pada saat pembubutan eksentrik.

9. Bak penampung

Bak penampung berfungsi untuk menampung Tatal atau barang yang dihasilkan benda kerja dan juga menampung *coolant* yang dialirkan saat proses pembubutan.

2.3.3 Prinsip Gerakan-Gerakan Dalam Proses Pembubutan

Dalam proses pengerjaan menggunakan mesin bubut, ada beberapa prinsip gerakan yaitu :

1. Gerakan berputar benda kerja pada sumbu disebut (*cutting motion*) artinya putaran utama dan kecepatan potong (*cutting speed*) merupakan gerakan memakan atau mengurangi benda kerja dengan menggunakan pahat potong.
2. Pahat yang bergerak maju secara teratur akan menghasilkan geram / serpih / tatal (*chip*). Gerakan tadi disebut kecepatan potong (*feed motion*).

3. Bila pahat dipasang dalam pemotongan (*depth of cutting*), pahat dimajukan ke arah melintang sampai kedalaman pemotongan yang dikehendaki gerakan ini disebut (*adjusting motion*).

2.3.4 Jenis Pekerjaan Yang Dapat Dilakukan Dengan Mesin Bubut

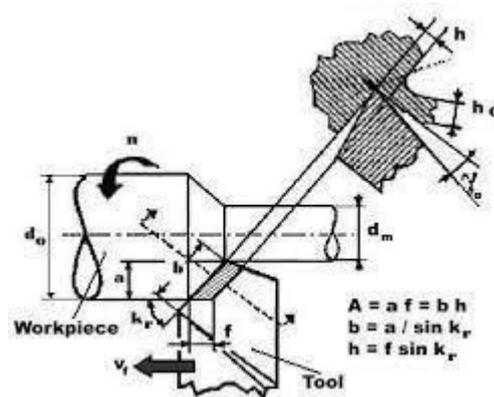
Dalam praktek dilapangan mesin bubut dapat mengerjakan pekerjaan pemotongan benda kerja sebagai berikut :

1. Pembubutan muka (*facing*), yaitu proses pembubutan yang dilakukan pada tepi penampangnya atau tegak lurus terhadap sumbu benda kerja, sehingga diperoleh permukaan yang halus dan rata.
2. Pembubutan rata (pembubutan silindris), yaitu pengerjaan benda yang dilakukan sepanjang garis sumbunya, membubut silindris dapat dilakukan sekali atau dengan permukaan kasar yang kemudian dilanjutkan dengan pemakanan sampai permukaan halus atau disebut (*finishing*).
3. Pembubutan ulir (*threading*), adalah pembubutan ulir dengan menggunakan pahat ulir.
4. Pembubutan tirus (*taper*), yaitu proses pembubutan benda kerja berbentuk konis. Dalam pelaksanaannya pembubutan tirus dapat dilakukan dengan tiga cara yaitu memutar eretan atas (peletakan majemuk), pergeseran kepala lepas (*tail stock*) dan menggunakan perlengkapan tirus (*tapper attachment*).
5. Pembubutan (*drilling*), yaitu pembubutan dengan menggunakan mata bor (*drill*) sehingga akan diperoleh lubang pada benda kerja. Pekerjaan ini merupakan pekerjaan awal dari pekerjaan bubut dalam (*boring*).

6. Peluasan lubang (*boring*), yaitu proses pembubutan yang bertujuan untuk memperbesar lubang. Proses bubut ini menggunakan mata pahat dalam.

2.3.5 Parameter yang Dapat Diatur Pada Mesin Bubut

Ada tiga parameter utama pada setiap proses bubut antara lain kecepatan putaran spindel (*speed*), gerak makan (*feed*) dan kedalaman potong (*depth of cut*). Tiga parameter di atas adalah bagian bagian yang bisa diatur oleh operator langsung pada mesin bubut, kecepatan putar selalu terhubung dengan sumbu utama dan benda kerja. Kecepatan putar dinotasikan sebagai putaran per menit (rpm). Kemudian dari ketiga parameter tersebut, untuk menghitung kecepatan potong dari suatu proses pembentukan benda kerja pada mesin bubut dengan menggunakan yang dapat diturunkan dengan memperhatikan gambar (Rochim, 1993:14).



Gambar 2. 6 Proses Bubut

Dalam Teori dan Teknologi Proses Permesinan (Rochim, 1993) secara umum pada proses bubut terdapat tiga parameter utama yaitu kecepatan potong (v), gerak makan (f), dan kedalaman potong (a). Elemen dasar pada proses bubut dapat diketahui menggunakan rumus yang dapat diturunkan berdasarkan gambar 2.6 di

atas dimana kondisi pemotongan ditentukan :

a. Benda kerja : D_o = diameter awal ; mm.

D_m = diameter akhir ; mm.

l_t = panjang permesinan

b. Pahat : K_r = mm, sudut potong utama.

γ_o = sudut geram.

c. Mesin bubut : a = kedalaman potong ; mm.

$$a = \frac{(d_o - d_m)}{2} ; \text{mm}$$

f = gerak makan ; mm/r .

n = putaran poros utama (benda kerja) ; r/min.

Elemen dasar dapat dihitung dengan rumus ini :

a. Kecepatan potong (meter/menit)

$$C_s = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} ; \text{m/min}$$

C_s = kecepatan potong

$$\pi = 3,14$$

d = diameter benda kerja

n = kecepatan putaran

b. Kecepatan makan

$$F = f \cdot n \text{ (mm/menit)}$$

f = besar pemakanan

n = putaran mesin

c. Waktu Pemotongan

$$t_c = \frac{\lambda t}{V_f}$$

t_c = waktu pemotongan

λt = panjang permesinan

V_f = kecepatan pemotongan

d. Kecepatan penghasil geram

$$z = f \cdot a \cdot v \text{ (cm}^3\text{/min)}$$

f = kecepatan makan

a = kedalaman potong

v = kecepatan potong

Dari parameter yang disebutkan diatas, parameter utama yang secara umum dapat diatur pada mesin bubut yaitu kecepatan putaran spindle (*speed*), Kecepatan makan (*feeding*), Kedalaman potong (*depth of cut*). Faktor yang lain seperti bahan benda kerja dan jenis pahat sebenarnya juga memiliki pengaruh yang cukup besar, tetapi tiga parameter di atas adalah bagian yang bisa diatur oleh operator langsung pada mesin bubut.

Kecepatan putar, n (*speed*), selalu dihubungkan dengan sumbu utama (spindel) dan benda kerja. Kecepatan putar dinotasikan sebagai putaran per menit (*rotations per minute, rpm*). Akan tetapi yang diutamakan dalam proses bubut adalah kecepatan potong (*cutting speed* atau v) atau kecepatan benda kerja dilalui oleh pahat/keliling benda kerja. Secara sederhana kecepatan potong dapat digambarkan sebagai keliling benda kerja dikalikan dengan kecepatan putar atau seperti yang ditunjukkan pada persamaan diatas (Widarto, dkk. 2008). Dengan demikian kecepatan potong ditentukan oleh diameter benda kerja. Selain kecepatan

potong ditentukan oleh diameter benda kerja faktor bahan benda kerja dan bahan pahat sangat menentukan harga kecepatan potong. Pada dasarnya pada waktu proses bubut kecepatan potong ditentukan berdasarkan benda kerja dan pahat.

Gerak makan, f (*feeding*), adalah jarak yang ditempuh pahat pada setiap putaran benda kerja, dengan gerakan ini maka akan mengalir geram yang dihasilkan, sehingga satuan f adalah mm/putaran.

Gerak makan ditentukan berdasarkan kekuatan mesin, material benda kerja, material pahat, bentuk pahat, dan terutama kehalusan permukaan yang diinginkan. Gerak makan biasanya ditentukan dalam hubungannya dengan kedalaman potong (a).

Kedalaman potong (a) (*depth of cut*), adalah dalamnya pahat menusuk benda kerja saat penyayatan atau tebalnya tatal bekas pembubutan. Ketika pahat memotong sedalam a, maka diameter benda kerja akan berkurang dua kali kedalaman a, karena bagian permukaan benda kerja yang dipotong ada di dua sisi, akibat dari benda kerja yang berputar (Widarto, dkk, 2008).

2.3.6 Pahat Mesin Bubut

Pada proses pembentukan geram dengan cara pemesinan berlangsung dengan mempertemukan dua jenis material. Untuk menjamin kelangsungan proses ini maka jelas diperlukan material pahat yang lebih unggul dari material benda kerja.

Keunggulan tersebut dapat dicapai karena pahat dibuat dengan mempertimbangkan berbagai segi, yaitu :

1. Kekerasan yang cukup tinggi melebihi kekerasan benda kerja tidak saja pada

temperatur ruang saja tapi juga pada temperatur tinggi pada saat proses pembentukan geram berlangsung.

2. Keuletan yang cukup besar untuk menahan beban kejut yang terjadi saat pemesinan dengan interupsi maupun waktu pemotongan benda kerja yang mengandung partikel yang keras.
3. Ketahanan beban kejut termal, diperlukan bila terjadi perubahan temperatur yang cukup besar secara berkala.
4. Sifat adhesi yang rendah, untuk mengurangi afinitas benda kerja terhadap pahat, mengurangi laju keausan, serta penurun gaya pemotongan.
5. Daya larut elemen yang rendah, dibutuhkan demi memperkecil laju keausan akibat mekanisme difusi.

Dalam penelitian kali ini dikhususkan untuk peneliti pahat bubut yaitu pahat intan Fungsi dari pahat bubut sendiri adalah untuk mengurangidimensi dari benda kerja dengan cara menyayat benda kerja silindris. Dalam proses pembubutan, pahat bubut berperan sangat penting oleh karena itu dimensi dan geometri pahat bubut harus sesuai agar benda kerja yang dihasilkan nantinya sesuai dengan keinginan dengan kekasaran yang minim.

2.4 Baja dan Paduannya

Baja dapat didefinisikan sebagai suatu campuran dari besi dan karbon, yang mana campuran dasarnya adalah unsur karbon (C). selain itu baja juga memiliki campuran unsur lainnya seperti sulfur (S), fosfor (P), silikon (Si) dan mangan (Mn) yang jumlahnya dibatasi dalam suatu paduan. Kandungan karbon pada baja sekitar

0,1% – 1,7%, sedangkan unsur yang lain dibatasi jumlahnya. Unsur paduan yang lain yang bercampur dalam baja untuk membuat baja bereaksi terhadap pengerjaan panas (heat treatment) atau menghasilkan sifat-sifat yang khusus.

Unsur karbon adalah unsur campuran yang sangat penting dalam pembentukan baja, jumlah persentase dan bentuknya membawa pengaruh yang sangat besar terhadap sifatnya. Tujuan utama dari penambahan unsur campuran lain kedalam baja adalah untuk mengubah pengaruh dari unsur karbon. Apabila dibandingkan dengan unsur karbonnya maka dibutuhkan sebagian besar unsur campuran lain untuk menghasilkan sifat yang dikehendaki pada baja. Unsur karbon dapat bercampur pada besi setelah didinginkan secara perlahan pada temperatur kamar.

Karbon larut dalam besi membentuk larutan ferit yang mengandung karbon diatas 0,006% pada temperatur kamar, kemudian unsur karbon akan naik lagi sampai 0,03% pada temperatur sekitar 725°C. Ferit bersifat lunak, tidak kuat dan kenyal. Sebagai campuran kimia dalam besi, campuran ini disebut sebagai sementit (Fe_3C) yang mengandung 6,67% karbon. Sementit bersifat keras dan rapuh. Apabila baja dipanaskan kemudian didinginkan secara cepat maka keseimbangannya akan rusak dan unsur karbon akan larut dalam bentuk yang lain.

Baja karbon dapat diklasifikasikan berdasarkan jumlah kandungan karbonnya. Bajakarbon terdiri atas sebagai berikut:

a. Baja karbon rendah

Baja ini disebut baja ringan (*mild steel*) atau baja perkakas, baja karbon rendah bukan baja yang keras, karena kandungan karbonnya rendah kurang dari

0,3%. Baja ini dapat dijadikan mur, baut, sekrup, peralatan senjata, alat pengangkat presisi, batang tarik, perkakas silinder dan penggunaan yang hampir sama. Penggilangan dan penyesuaian ukuran baja dapat dilakukan dengan keadaan panas. Hal itu ditandai dengan melihat lapisan oksida besinya dibagian permukaan berwarna hitam.

b. Baja karbon sedang

Baja karbon sedang mengandung karbon 0,3% - 0,6% dan kandungan karbonnya memungkinkan baja untuk dikeraskan sebagian dengan pengerjaan panas (heat treatment) yang sesuai. Heat treatment menaikkan kekuatan baja dengan cara digiling. Baja ini digunakan untuk sejumlah peralatan mesin seperti roda gigi otomotif, poros bubungan, poros engkol, sekrup sangkup dan alat angkat presisi.

c. Baja karbon tinggi

Baja karbon tinggi mengandung karbon 0,6% – 1,5%, dibuat dengan cara digiling panas. Pembentukan baja ini dilakukan dengan cara menggerinda permukaannya, misalnya batang bor dan batang datar. Jika baja ini digunakan untuk bahan produksi maka harus dikerjakan dalam keadaan panas. Baja ini digunakan untuk peralatan mesin-mesin berat, batang-batang pengontrol, alat-alat tangan seperti palu, obeng, tang, kunci mur, baja pelat, pegas kumparan, dan sejumlah peralatan pertanian.

2.5 Sistem Penandaan Baja

AISI (*American Iron and Steel Institute*) adalah lembaga yang memuat standar

untuk komposisi baja. AISI juga mengatur bahwa dua digit pertama adalah kode jenis baja dan dua digit terakhir menyatakan kadar karbon dalam baja tersebut. Adapun sebagai contohnya adalah AISI 1020. Dua digit pertama yaitu 10 adalah jenis baja *Carbon Steel* dan dua digit terakhir yaitu 20 adalah kadar karbon.

Awalnya AISI memiliki standart yang diterima luas di Amerika Serikat dan Negara lainnya. Tetapi standart AISI tidak mencakup semua jenis logam/metal, dan tidak begitu inovatif mengenai properti beberapa logam. Kemudian dua organisasi standart Amerika yaitu ASTM (*American Society for Testing and Material*) dan SAE (*Society of Automotive Engineers*) mengembangkan Standart untuk logam yaitu UNS (*The Unified Numbering System*).

2.6 Poros

Poros adalah suatu bagian stasioner yang berputar, biasanya berpenampang bulat dimana terpasang elemen-elemen seperti roda gigi (*gear*), *pulley*, *flywheel*, engkol, *sprocket* dan elemen pemindah lainnya. Poros bisa menerima beban lenturan, beban tarikan, beban tekan atau beban puntiran yang bekerja sendiri-sendiri atau berupa gabungan satu dengan lainnya. (*Josep Edward Shigley, 1983*).

Poros dalam sebuah mesin berfungsi untuk meneruskan tenaga melalui putaranmesin. Setiap elemen mesin yang berputar, seperti cakra tali, puli sabuk mesin, piringan kabel, tromol kabel, roda jalan, dan roda gigi, dipasang berputar terhadapporos dukung yang tetap atau dipasang tetap pada poros dukung yang berputar. Contoh sebuah poros dukung yang berputar, yaitu poros roda kereta api, As gardan,dan lain-lain.

2.6.1 Jenis-Jenis Poros

Adapun jenis-jenis poros menurut fungsi sebagai yang meneruskan daya diklasifikasikan menurut pembebanannya sebagai berikut:

a. Poros transmisi (*line shaft*).

Poros ini mendapat beban puntir dan beban lentur sehingga pada permukaan poros akan terjadi tegangan geser karena momen puntir M_t dan tegangan tarik karena momen lentur. Daya ditransmisikan kepada poros ini melalui kopling, rodagigi, puli sabuk, rantai dan lain-lain. Untuk beban yang ulet seperti pada poros dapat dipakai teori tegangan geser maksimum atau teori Tresca.

b. Spindel (*spindle*)

Poros yang pendek, seperti poros utama mesin perkakas, dimana beban utamanya berupa puntiran seperti pada kopling dan poros motor. Syarat yang harus dipenuhi poros ini adalah deformasinya harus kecil dan bentuk serta ukurannya harus teliti. Poros yang mendapat beban puntir harus dihitung dari daya N (HP) yang ditransmisikan dengan putaran n (rpm) poros.

c. Gandar (*axle*)

Poros ini dipasang diantara roda-roda kereta api, dimana tidak mendapat bebanpuntir dan tidak berputar. Gandar ini hanya mendapat beban lentur kecuali jika digerakkan oleh penggerak mula dimana akan mengalami beban puntir juga.

d. Poros (*Shaft*)

Poros yang ikut berputar untuk memindahkan daya dari mesin ke mekanisme yang digerakkan. Poros ini mendapat beban puntir murni dan beban lentur.

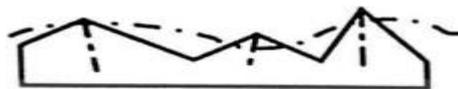
e. Poros Luwes

Poros ini berfungsi untuk memindahkan daya dari dua mekanisme, dimana putaran poros membentuk sudut dengan poros lainnya. Daya yang dipindahkan kecil.

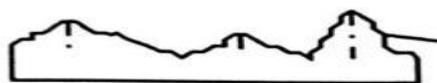
2.7 Kekasaran Permukaan

Pada setiap pengerjaan menggunakan mesin bubut mempunyai persyaratan kualitas kekasaran permukaan yang berbeda-beda, tergantung dari fungsi benda kerja yang dikerjakan. Hasil pembubutan yang berkualitas bisa dilihat dari kekasaran permukaan benda kerja. Semakin halus permukaan benda kerja, maka semakin baik kualitas benda kerja tersebut. Maka dalam melakukan pengerjaan menggunakan mesin bubut perlu diperhatikan dengan teliti agar mendapatkan tingkat kekasaran sekecil mungkin. Menurut Prasetya (2010) mengatakan bahwa kekasaran permukaan benda kerja logam akan berpengaruh jika dirangkai dengan komponen yang lain.

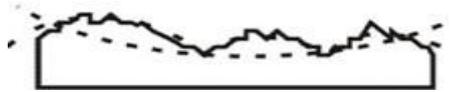
Bentuk dari suatu permukaan benda kerja dibedakan menjadi dua, yaitu permukaan yang kasar (*roughness*) dan permukaan yang bergelombang (*waviness*). Berdasarkan dari bentuk permukaan kekasaran dan gelombang ini, maka terdapat yang namanya kesalahan bentuk. (Munaji, dalam paridawati 2015 : 59).



Gambar 2. 7 Kekasaran *Roughness*



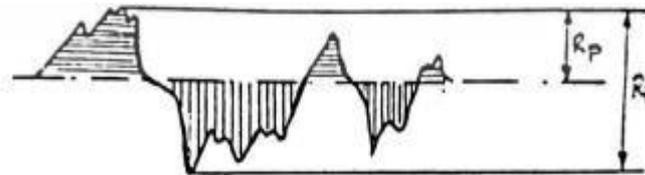
Gambar 2. 8 Kekasaran *waviness*



Gambar 2. 9 Kekasaran Bentuk Gelombang

Adapun parameter untuk mengukur permukaan sebagai berikut:

- Kedalaman Total (R_t) Kedalaman total merupakan besarnya jarak dari profil referensi sampai profil dasar (μm).
- Kedalaman Perataan (R_p) Kedalaman perataan merupakan jarak rata-rata dari profil referensi sampai dengan profil terukur.



Gambar 2. 10 Kedalaman Total Dan Kedalaman

- Kekasaran Rata-rata aritmatik (R_a) Kekasaran rata-rata merupakan harga rata-rata secara aritmatik antara profil terukur dan profil tengah. Adapun cara mencari R_a adalah:

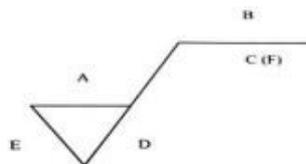
$$R_a = \frac{\text{Luas daerah (P)} + \text{Luas daerah (Q)}}{L} \times \frac{1000}{V_v} (\mu\text{m})$$

Keterangan:

R_a = Kekasaran rata-rata aritmatik

L = Panjang sampel (mm)

V_v = Perbesaran vertical luas P dan Q (mm)



Gambar 2. 11 Simbol Spesifikasi Permukaan

Pada gambar teknik terdapat lambang untuk memberikan informasi kekasaran dalam gambar teknik pengerjaan benda kerja. (Munaji, dalam paridawati 2015 : 61) mengatakan “agar diperoleh suatu keseragaman bahasa simbol maka badan standar internasional ISO merekomendasikan R1302 sebagai cara penulisan spesifikasi permukaan”. Berikut ini merupakan gambar penjelasan mengenai simbol spesifikasi permukaan. Berdasarkan gambar 2.7 Terdapat beberapa informasi yang diberikan pada simbol tersebut antara lain:

A = Nilai kekasaran permukaan (Ra)

B = Cara pengerjaan produksi

C = Panjang sampel

D = Arah pengerjaan

E = Kelebihan ukuran yang dikehendaki

F = Nilai kekasaran lain jika diperlukan

Harga kekasaran rata-rata (Ra) maksimal yang diijinkan ditulis diatas simbol segitiga. Satuan yang digunakan harus sesuai dengan satuan panjang yang digunakan dalam gambar teknik. Proses permesinan kualitas kekasaran permukaan yang paling umum adalah harga kekasaran rata-rata aritmatik (Ra) yaitu, sebagai standar kualitas permukaan dari hasil pemotongan maksimum yang diinginkan. Kekasaran permukaan sebuah benda kerja memegang peranan penting terhadap kualitas suatu produk dalam proses permesinan.

Kekasaran permukaan diukur secara langsung menggunakan alat pengukur kekasaran permukaan. Dan cara lain adalah dengan pengukuran secara langsung. Penelitian ini pengukuran kekasaran menggunakan *Surface Roughness*

Tabel 2. 1 Angka Kekasaran Permukaan

Kelas	Harga Ra	Toleransi (μm)	Panjang sampel (mm)
N1	0,025	0,02 – 0,04	0,08
N2	0,05	0,04 – 0,08	0,25
N3	0,1	0,08 – 0,15	
N4	0,2	0,15 – 0,03	
N5	0,4	0,03 – 0,06	0,8
N6	0,8	0,6 – 1,2	
N7	1,6	1,2 – 2,4	
N8	3,2	2,4 – 4,8	
N9	6,3	4,8 – 9,6	2,5
N10	12,5	9,6 – 18,75	
N11	25	18,5 – 37,5	8
N12	50	37,5 – 75,0	

Ada banyak cara yang bisa digunakan untuk memeriksa tingkat kekasaran permukaan pada benda kerja. Cara yang paling sederhana adalah dengan cara meraba permukaan benda kerja. Bila dilihat dari proses pengukurannya maka cara pengukuran permukaan benda kerja dapat dibedakan menjadi dua yaitu pengukuran secara tidak langsung atau membandingkan dan pengukuran secara langsung.

2.8 Pelumasan

Cairan pendingin mempunyai kegunaan khusus dalam proses pemesinan. Selain memperpanjang umur pahat cairan pendingin juga mampu menurunkan gaya potong dan memperhalus permukaan produk hasil pemesinan. Cairan pendingin jelas akan berfungsi jika cairan diarahkan dengan baik dan dijaga alirannya pada

daerah pembentukan geram. Maka bisa disimpulkan selain dipilih cairan pendingin juga harus dipakai dengan cara yang benar. Ada beberapa cara dalam melakukan pelumasan:

- a. Manual, bila mesin perkakas tak dilengkapi dengan sistem cairan pendingin, maka cairan pendingin hanya dipakai secara terbatas melalui kontrol operator secara manual.
- b. Dikururkan/dibanjirkan, sistem pendingin yang terdiri atas pompa, saluran, nozel dan tangki dimiliki oleh hampir semua mesin perkakas. Satu atau beberapa nozel dengan slang fleksibel diatur sehingga cairan pendingin disemprotkan pada bidang aktif pemotongan secara terus menerus sampai bidang pekerjaan tersebut telah selesai menjadi suatu benda kerja.
- c. Ditekan lewat saluran pada pahat, cairan pendingin dialirkan dengan tekanan tinggi melewati saluran pada pahat. Untuk mengurdikan lubang yang dalam atau pengefraisan dengan posisi sulit dicapai dengan penyemprotan biasa.
- d. Dikabutkan, cairan pendingin disemprotkan berupa kabut. Partikel cairan sintetik, semi sintetik atau emulsi disemprotkan melalui aspirator yang berkerja dengan prinsip seperti semprotan nyamuk.

2.8.1 Jenis- Jenis Cairan Pendingin

Cairan pendingin yang biasa dipakai dalam proses pemesinan dapat dikategorikan dalam empat jenis yaitu:

1. Cairan Sintetik (*Synthetic Fluids, Chemical Fluids*)

Cairan yang jernih atau diwarnai merupakan larutan murni atau larutan permukaan aktif. Pada larutan murni unsur yang dilarutkan tersebar diantara molekul air dan tegangan permukaannya. Larutan murni ini tidak bersifat melumasidan biasanya dipakai untuk sifat pengerjaan panas yang tinggi dan melindungi terhadap korosi.

2. Cairan Emulsi

Adalah cairan dari air yang mengandung partikel minyak 5 sampai dengan 20 micronmeter. Unsur pengemulsi ditambahkan dalam minyak yang kemudian dilarutkan dalam air. Penambahan jenis minyak jenuh atau unsur lain dapat menaikkan daya lumas.

3. Cairan semi sintetik

Merupakan perpaduan antara dua jenis diatas yang mempunyai karakteristik sebagai berikut:

- a. Kandungan minyaknya lebih sedikit (10% - 45% dari tipe B)
- b. Kandungan pengemulsinya lebih banyak dari tipe A, Partikel minyaknya lebih kecil dan lebih tersebar.

4. Minyak

Minyak yang berasal dari salah satu atau kombinasi dari minyak bumi (*naphthenic, paraffinic*), minyak hewani, minyak ikan, atau minyak nabati. Viskotasnya dapat bermacam macam dari yang encer sampai dengan yang kental tergantung dari pemakaian. Pencampuran minyak bumi dengan minyak nabati atau hewani menambah daya pembasahan.