

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mesin Bubut (*Turning*)

Menurut (Rusdi, R 1990), mesin bubut adalah salah satu mesin perkakas dengan Gerakan utama berputar sedangkan pahat potong bergerak sepanjang bad mesin. Alat potong (pahat) yang dipakai untuk membentuk benda kerja akan ditempelkan pada benda kerja yang berputar sehingga benda kerja terbentuk sesuai dengan ukuran yang dikehendaki. Umumnya pahat bubut dalam keadaan diam. Pada perkembangannya ada jenis mesin bubut yang berputar alat potongnya, sedangkan benda kerjanya diam.



Gambar 2. 1 Mesin bubut konvensional
Sumber : (dokumentasi 2023)

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

merawat poros baling-baling kapal yang diameternya mencapai 1000 mm atau lebih.

1. Bagian-Bagian Utama Mesin Bubut

Bagian-bagian utama pada mesin bubut pada umumnya sama walaupun merek atau buatan pabrik yang berbeda, hanya saja terkadang posisi tuas, tombol, table penunjukan pembubutan letaknya berbeda. Demikian juga cara pengoperasiannya tidak jauh berbeda. Berikut ini akan diuraikan bagian-bagian utama mesin bubut konvensional (biasa) yang pada umumnya dimiliki oleh mesin tersebut.

a. Sumbu Utama (*Main Spindle*)

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



Gambar 2. 2 Sumbu Utama
Sumber : (dokumentasi 2023)

b. Meja Mesin (*Bed*)

Meja mesin merupakan tumpuan gaya pemakanan waktu pembubutan mesin berfungsi sebagai tempat dudukan kepala lepas dan eretan. Bentuk alas ini bermacam-macam, ada yang datar dan ada yang salah satu atau kedua sisinya mempunyai ketinggian tertentu. Permukaannya halus dan rata, sehingga Gerakan kepala lepas dan eretan menjadi lancar.



Gambar 2. 3 Meja Mesin
Sumber : (dokumentasi 2023)

c. Eretan (*Carriage*)

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



Gambar 2. 4 Eretan
Sumber : (dokumentasi 2023)

d. Kepala Lepas (*Tailstock*)

Kepala lepas digunakan sebagaiudukan senter putar sebagai pendukung benda kerja pada saat pembubutan,udukan bor tangkai tirus, dan cekam bor sebagai menjepit bor.



Gambar 2. 5 Kepala Lepas
Sumber : (dokumentasi 2023)

e. Penjepit Pahat (*Tools Post*)

Penjepit pahat digunakan untuk menjepit atau memegang pahat potong yang bentuknya ada beberapa macam diantaranya seperti ada ditunjukkan pada Gambar 2.3 Jenis ini sangat praktis dan dapat menjepit pahat 4 buah sekaligus sehingga dalam suatu pengerjaan bila memerlukan 4 macam pahat dapat dipasang dan disetel sekaligus.



Gambar 2. 6 Penjepit Pahat
Sumber : (dokumentasi 2023)

f. 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 table putaran.



Gambar 2. 7 Tuas Pengatur
Sumber : (dokumentasi 2023)

g. Transporter dan Sumbu Pembawa

Transporter atau poros transporter adalah poros berulir segi empat atau trapezium yang biasanya memiliki kisar 6 mm, digunakan untuk membawa eretan pada waktu kerja otomatis, misalnya waktu membubut ulir, alur, atau pekerjaan pembubutan lainnya. Sedangkan sumbu pembawa atau poros pembawa adalah poros yang berputar untuk membawa atau mendukung jalannya eretan.



Gambar 2. 8 Transporter
Sumber : (dokumentasi 2023)

h. *Chuck* (cekam)

Cekam adalah alat yang digunakan untuk menjepit benda kerja. Jenisnya ada yang bercabang tiga sepusat (*Self-centering chuck*) gerakan rahang Bersama-sama pada saat dikencangkan atau dibuka. Sedangkan Gerakan untuk rahang tiga dan empat tidak sepusat, setiap rahang dapat bergerak sendiri tanpa diikuti oleh rahang yang lain, maka jenis ini biasanya untuk mencekam benda-benda yang tidak silindris atau digunakan pada saat pembubutan eksentrik.



Gambar 2. 9 Cekam (*chuck*)
Sumber : (dokumentasi 2023)

2. Jenis Pekerjaan Yang Dapat Dikerjakan Dengan Mesin Bubut

Dalam prakteknya dilapangan mesin bubut dapat mengerjakan pekerjaan pemotongan benda kerja seperti berikut:

- a. Pembubutan Muka (*Facing*), yaitu proses pembubutan yang dilakukan pada tepi penampangnya atau gerak lurus terhadap sumbu benda kerja, sehingga diperoleh permukaan yang halus dan rata.

- b. Pembubutan Rata (Pembubutan Silindris), yaitu pengerjaan benda yang dilakukan sepanjang garis sumbunya. Membubut silindris dapat dilakukan sekali atau dengan permulaan kasar yang kemudian dilanjutkan dengan pemakanan halus atau finishing.
 - c. Pembubutan Ulir (*Threading*), adalah pembubutan ulir dengan menggunakan pahat ulir.
 - d. Pembubutan Tirus (*Taper*), yaitu proses pembubutan benda kerja berbentuk konis. Dalam pelaksanaan pembubutan tirus, dapat dilakukan dengan tiga cara yaitu, memutar eretan atas (perletakan majemuk), pergeseran kepala lepas (*Tail Stock*), dan menggunakan perlengkapan tirus (*Tapper Attachment*)
 - e. Pembubutan (*Drilling*), yaitu pembubutan dengan mata bor (drill), sehingga akan diperoleh lubang pada benda kerja. Pekerjaan ini merupakan pekerjaan awal dari pekerjaan boring (bubut dalam).
 - f. Perluasan lubang (boring), yaitu proses pembubutan untuk memperbesar lubang. Pembubutan ini menggunakan pahat bubut dalam.
3. Parameter yang Dapat Digunakan pada Mesin Bubut

Tiga parameter utama pada setiap proses bubut adalah kecepatan putar spindle (*speed*), gerak makan (*feed*), dan kedalaman potong (*depth of cut*). Tiga parameter di atas adalah bagian yang bisa diatur oleh operator langsung pada mesin bubut. Kecepatan putar, n (*speed*), selalu dihubungkan dengan sumbu utama (spindle) dan benda kerja. Kecepatan putar dinotasikan sebagai putaran per menit (*rotations per minute, rpm*).

Kemudian dari ketiga parameter tersebut, untuk menghitung kecepatan potong dari suatu proses pembentukan benda kerja pada mesin bubut dengan menggunakan persamaan:

$$V_c = \frac{\pi d n}{1000} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana : V_c = kecepatan potong (m/menit)

d = diameter rata-rata (mm)

n = kecepatan putar (rpm)

d_o = diameter awal (mm)

d_m = diameter akhir (mm)

π = 3,14

Kemudian untuk menghitung waktu pemotongan dari suatu proses pembentukan benda kerja pada mesin bubut menggunakan persamaan :

$$tm = \frac{L}{F} \text{ menit} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana : tm = waktu pemotongan bubut rata (menit)

L = Panjang pemakanan (mm)

F = kecepatan pemakanan (mm/menit)

Kemudian untuk menghitung kecepatan pemakanan digunakan persamaan :

$$F = f \cdot n(\text{mm/menit}) \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana

F = kecepatan pemakanan (mm/menit)

f = gerak makan (mm/putaran)

n = putaran spindle (rpm)

Kemudian untuk menghitung nilai rata-rata per spesimen digunakan persamaan sebagai berikut:

$$Ra \frac{R1+R2+R3+R4+R5}{5} \mu m \dots \dots \dots (2.4)$$

Kemudian untuk menghitung nilai Ra total digunakan persamaan sebagai berikut

$$Ra_{total} = \frac{Ra_{sp1}+Ra_{sp2}+Ra_{sp3}}{3} \mu m \dots \dots \dots (2.5)$$

2.3 Kecepatan Putaran Spindle

“Kecepatan putaran spindle (*spindle speed*) ditentukan berdasarkan kecepatan potong” (Rahdiyanta, 2010:8). Kecepatan putar mesin bubut mempunyai jenis tingkatan putaran spindle yang digunakan sesuai kebutuhan produksi dimana menggunakan kecepatan putar yang dapat diubah-ubah tingkat putaran mesinnya, sebagai guna untuk menentukan tingkat kekasaran permukaan pada proses pembubutan. (Farokhi dkk, 2017)

2.4 Baja

Baja adalah logam paduan berbahan dasar besi. Besi murni mempunyai sifat yang kurang kuat dan mudah berkarat, namun memiliki

tingkat keuletan yang tinggi. Baja dikenal sebagai bahan baku konstruksi baik pada bidang industri dan keseharian. Semua benda-benda keseharian yang biasa kita gunakan, sebagian besar menggunakan logam. Baja merupakan salah satu logam dengan paduan besi sebagai unsur dasar kemudian karbon sebagai unsur sebagai unsur paduan utamanya. Kandungan karbon dalam baja berkisar antara 0,2% hingga 2,1% berat sesuai grade yang dimilikinya. (Paliling, F dkk 2023).

Baja terbagi menjadi beberapa klasifikasi lagi sesuai dengan jumlah karbon yang menyusun baja tersebut, yakni baja karbon rendah, menengah, dan tinggi.

1. Baja Paduan Rendah

Baja paduan rendah adalah baja paduan yang mempunyai kadar karbon sama dengan baja lunak, tetapi ditambah dengan sedikit unsur-unsur paduan.

2. Baja Paduan Khusus (*Special Alloy Steel*)

Baja yang mengandung berbagai logam, misalnya nikel, chromium, mangan, molybdenum, tungsten, dan vanadium. Penambahan logam tersebut ke dalam baja akan mengubah sifat mekanik dan kimia baja menjadi lebih, keras, kuat, dan ulet.

3. High Speed Steel

Baja ini memiliki kandungan karbon sekitar 0,7% - 1,5% dan penggunaannya sebagai alat potong, seperti drills, milling, cutters, reamers, dan sebagainya. Tujuan penggunaan *high speed steel* karena alat-alat

potong yang terbuat dari baja jenis ini memang memiliki kecepatan saat dioperasikan, bahkan lebih cepat hingga dua kali lipat dibandingkan dengan penggunaan dari baja karbon.

2.3 Baja ST 42

Baja ST 42 adalah baja karbon rendah sebesar 0,08% - 0,20%, ST memiliki makna baja atau disebut dengan stell, sedangkan 42 memiliki makna kekuatan tarik (*tensile strength*) sebesar 40 kg/mm². Sehingga dapat disimpulkan bahwa ST 42 merupakan baja struktural dengan kekuatan tarik sebesar 40 kg/mm².



Gambar 2. 10 Baja ST 42

Sumber : (dokumentasi 2023)

Baja ST 42 merupakan salah satu dari golongan baja karbon rendah dimana baja ini memiliki kombinasi sifat mekanik yang baik seperti : kekerasan, keuletan, dan ketangguhan yang baik. Baja karbon rendah sering digunakan 97% dan karbon (C) sekitar 0,2% hingga 2,1% sesuai grade-nya. Selain unsur besi (Fe) dan karbon (C), baja mengandung unsur lain seperti mangan (Mn) dengan kadar maksimal 1,65%, silikon (Si) dengan kadar

maksimal 0,6%, tembaga (Cu) dengan kadar maksimal 0,6%, sulfur (S), fosfor (P) dan lainnya dengan jumlah yang dibatasi dan berbeda-beda (Nofri & Taryana, 2017).

2.5 Kekasaran Permukaan

Setiap permukaan dari benda kerja yang telah mengalami proses pemesinan akan mengalami kekasaran permukaan. Yang dimaksud dengan kekasaran permukaan adalah penyimpangan rata-rata aritmetik dari garis rata-rata permukaan. Definisi ini digunakan untuk menentukan harga rata-rata dari kekasaran permukaan. R_a (*Roughness Average*) adalah rata-rata permukaan yang didapatkan dari titik tengah serta diukur dari titik awal hingga titik akhir. Pengukuran kekasaran permukaan diperoleh dari sinyal pergerakan stylus berbentuk diamond untuk bergerak sepanjang garis lurus pada permukaan sebagai alat *indicator* pengukur kekasaran permukaan benda uji. Prinsip kerja dari *surface roughness* adalah dengan menggunakan *transducer* dan diolah dengan mikroprosesor.

Seperti halnya toleransi ukuran (lubang dan poros), harga kekasaran rata-rata aritmetis R_a juga mempunyai harga toleransi kekasaran. Dengan demikian masing-masing harga kekasaran mempunyai kelas kekasaran yaitu dari N_1 sampai N_{12} . Besarnya toleransi untuk R_a biasanya diambil antara 50% ke atas dan 25% ke bawah.

2.6 Pendingin

Pendingin juga tidak dapat lepas dari proses permesinan, selain sebagai pendingin dan kesetabilan suhu benda kerja maupun pahat, pendingin ini pula

berpengaruh pada kualitas kekasaran permukaan benda kerja, jika pendingin yang digunakan tingkat penyerapan panasnya baik maka hasil permukaan benda kerja akan semakin baik dan sebaliknya jika tingkat penyerapan panas pada pendinginan kurang baik maka hasil permukaan benda kerja akan kurang baik(Saputra dkk., 2021)

Cairan pendingin digunakan pada pemotongan logam atau proses pemesinan untuk beberapa alasan, antara lain, untuk memperpanjang umur pahat, mengurangi deformasi benda kerja karena panas, meningkatkan kualitas permukaan hasil pemesinan, dan membersihkan beram dari permukaan potong (Rahdiyanta dkk., 2010). Cairan pendingin yang digunakan dapat di kategorikan dalam empat jenis:

1. *Straight Oils* (Minyak murni)
2. *Soluble oils*
3. *Semisynthetic Fluids* (cairan semi sintetis)
4. *Synthetic Fluids* (cairan sintetis)

Minyak murni (*Straight Oils*) adalah minyak yang tidak dapat diemulsikan dan digunakan pada proses pemesinan dalam bentuk sudah diencerkan. Minyak ini terdiri dari bahan minyak mineral dasar atau minyak bumi, dan kadang mengandung pelumas yang lain seperti lemak, minyak tumbuhan, dan ester. Selain itu bisa juga ditambahkan aditif tekanan tinggi seperti chlorine, sulphur dan phosporus. minyak murni menghasilkan

pelumasan terbaik, akan tetapi sifat pendinginannya paling jelek diantara cairan pendingin yang lain.

Minyak sintetis (*synthetic fluids*) tidak mengandung minyak bumi atau minyak mineral dan sebagai gantinya dibuat dari campuran organik dan inorganik alkaline Bersama-sama dengan bahan penambah (*additive*) untuk penangkal korosi. Minyak ini biasanya digunakan dalam bentuk sudah diencerkan (biasanya dengan rasio 3 sampai 10%). Minyak sintetis menghasilkan unjuk kerja pendinginan terbaik diantara semua cairan pendingin.

Soluble Oils akan membentuk emulsi Ketika dicampur dengan air. Konsentrat mengandung minyak mineral dasar dan pengemulsi untuk menstabilkan emulsi. Minyak ini digunakan dalam bentuk sudah diencerkan (biasanya konsentrasinya = 3 sampai 10%) dan unjuk kerja pelumasan dan penghantaran panasnya bagus. Minyak ini digunakan luas oleh industry pemesinan dan harganya lebih murah diantara cairan pendingin lain.

Cairan semi sintetis (*semi-synthetic fluids*) adalah kombinasi antara minyak sintetis dan soluble oil dan memiliki karakteristik kedua minyak pembentuknya. Harga dan unjuk kerja penghantaran panasnya terletak antara dua buah cairan pembentuknya tersebut . Sebagai contoh misalnya dalam proses produksi, kekasaran permukaan harus sehalus mungkin, tapi dituntut untuk selesai dalam waktu yang cepat. Untuk itu optimasi parameter proses pemesinan pada mesin bubut perlu dilakukan agar kekasaran permukaan yang di inginkan dapat dicapai dalam waktu yang paling singkat. Pada proses

permesinan ada beberapa faktor parameter pemotongan yang harus di perhitungkan yaitu antara lain : kecepatan Putaran Mesin, Cutting Speed, Feeding, dan tebal pemakanan. Selain faktor parameter pemotongan, jenis atau macam-macam sudut pahat bubut yang digunakan juga harus dipertimbangkan.

2.7 Pahat

Pahat adalah perkakas pertukangan berupa bilah besi yang tajam pada ujungnya untuk melubangi atau mengukir benda keras seperti kayu, batu, atau logam. Pahat bubut merupakan sebuah komponen yang sangat penting dalam proses pembubutan. Pahat bubut ini digunakan sebagai alat potong untuk menyayat benda kerja untuk membentuk sesuai apa yang diinginkan. Terdapat banyak jenis pahat bubut yang memiliki fungsi atau kegunaan masing – masing.

Pada mulanya untuk memotong baja digunakan baja karbon tinggi sebagai bahan dari pahat, dimana kecepatan potongnya pada waktu itu hanya bisa mencapai sekitar 10 m/menit. Berkat kemajuan teknologi kecepatan potong ini dapat dinaikkan sehingga mencapai sekitar 700 m/menit yaitu dengan menggunakan CBN (*Cubic Boron Nitride*). Kekerasan tersebut dapat dicapai berkat kekerasan yang tetap relative tinggi meskipun temperature kerjanya cukup tinggi. Dari kemajuan teknologi tersebut dapat diketahui bahwa hanya material dari jenis karbida dan keramik lah yang tetap berfungsi dengan baik pada kecepatan potong atau temperature kerja yang tinggi. Meskipun demikian, bukan berarti hanya keramik dan karbida saja

yang saat ini diperlukan sifat keuletan dan nilai ekonomis yang tinggi, Namun pada saat ini material pahat yang banyak digunakan adalah HSS dan karbida, Berikut ini adalah material pahat secara berurutan dari yang paling lunak tetapi ulet sampai dengan yang paling keras tetapi getas , yaitu: baja karbon tinggi, HSS (*High Speed Steel*), paduan cor nonferro, karbida, CBN (*Cubic Baron Nitride*)

Berikut jenis – jenis pahat bubut berdasarkan klasifikasinya :

Pahat bubut berdasarkan letak penyayatannya:

1. Pahat Bubut Luar

Pahat ini digunakan untuk proses pembubutan permukaan luar benda kerja.

2. Pahat Bubut Dalam

Pahat ini digunakan untuk pembubutan sisi dalam benda kerja.

Pahat bubut berdasarkan posisi mata sayatnya:

1. Pahat Rata Kiri

Pahat rata kiri merupakan salah satu jenis pahat bubut yang posisi mata sayatnya berada pada bagian kiri, apabila pahat dihadapkan ke arah kita. Dan arah pembubutandari kiri ke kanan.

2. Pahat Rata Kanan

Pahat rata kanan merupakan salah satu jenis pahat bubut yang posisi mata sayatnya berada di bagian kanan, apabila pahat dihadapkan ke arah kita. Dan arah pembubutamn dari kanan ke kiri.

Pahat bubut berdasarkan fungsinya:

1. Pahat Bubut Rata

Pahat rata digunakan untuk proses pembubutan memanjang dengan hasil yang rata.

2. Pahat Bubut Facing

Pahat facing digunakan untuk memotong benda kerja. Pahat ini berbentuk pipih dan kuat.

3. Pahat Bubut Cutting

Pahat yang digunakan untuk memotong benda kerja. Pahat berbentuk pipih dan kuat.

4. Pahat Bubut Alur

Pahat yang digunakan untuk proses pembuatan profil atau alur benda kerja.

5. Pahat Bubut Ulir

Pahat yang digunakan untuk membuat ulir, baik ulir dalam maupun ulir luar.

6. Pahat Bubut Chamfer

Pahat yang digunakan untuk membuat chamfer atau sudut kemiringan pada ujung benda kerja.

7. Pahat Bubut Drilling

Pahat yang digunakan untuk membuat lubang atau mengebor benda kerja.

2.8 Jurnal Rujukan

Perkembangan teknologi industri manufaktur terus meningkat sejalan dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, peningkatan produksi harus diimbangi dengan peningkatan kualitas hasil produksi. Ditemukannya mesin CNC sangat membantu dalam peningkatan kualitas dan mempercepat proses pembuatan komponen-komponen mesin. Keberadaan mesin CNC menjadikan pengerjaan logam atau metal work akan semakin efisien serta memiliki ketelitian yang tinggi (Margen dkk., 2020). Manufaktur adalah aktivitas yang bertujuan menciptakan suatu produk dengan kualitas standar tertentu dan proses permesinan merupakan cakupannya, sehingga proses permesinan memiliki peran dalam menentukan kualitas produk. Maka diharapkan proses permesinan tersebut disusun sedemikian rupa untuk membentuk suatu sistem produksi dengan produk komponen yang mampu memenuhi spesifikasi, namun dengan biaya yang optimal (Manta dkk., 2022)

Perkembangan teknologi industri manufaktur terus meningkat, sejalan dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, peningkatan produksi harus diimbangi dengan peningkatan kualitas hasil produksi. Ditemukannya mesin-mesin produksi sangat membantu dalam peningkatan kualitas tersebut terutama dalam pembuatan komponen - komponen mesin.(Aditia & Sakti, 2013.)

Pemilihan komponen yang dimaksud adalah yang berpengaruh signifikan terhadap hasil pemakanan benda kerja. Pahat bubut menjadi komponen utama dalam proses permesinan selain mesin bubut dan benda kerja

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan harga antara HSS bohler jenis molybdenum dengan HSS bohler jenis *cold work tool steel* yang ditinjau dari segi umur pahat dengan meneliti keausan yang dialami kedua pahat tersebut. Penelitian ini merupakan lanjutan dari penelitian sebelumnya mengenai karakterisasi pahat HSS bohler jenis molybdenum dan HSS bohler jenis *cold work tool steel* yang meneliti sifat mekanis dan komposisi kimia pahat HSS (Nugroho dkk., 2010).