

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pendingin

Pendingin juga tidak dapat lepas dari proses pemesinan, selain sebagai pendingin dan kestabilan 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 phosphorus. 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 diinginkan 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.

Proses permesinan pada mesin bubut konvensional merupakan proses permesinan yang banyak digunakan di dunia industri maupun di pendidikan saat ini. Dalam mengerjakan suatu proses permesinan tentunya benda kerja yang dihasilkan juga harus sesuai dengan standar, dengan penambahan media pendingin yang tepat dapat mempengaruhi nilai kekasaran permukaan benda kerja. (*Adam,O,,Rizianiza,I.,& Haryono,H.D, 2022*)

2.2 Radiator Coolant

Fungsi dari media pendingin dalam proses pembubutan adalah untuk meningkatkan masa pakai pahat, mengurangi keausan pahat, serta memengaruhi kekasaran permukaan benda kerja. Ini terbukti ketika terjadi gesekan antara alat potong (pahat) dengan benda kerja selama proses pemesinan (*Annafi, H.H., A 2024*)

Pada penelitian ini menggunakan beberapa tipe radiator *coolant* antara lain, radiator *coolant* prestone asal Amerika dengan titik didih rata-rata mencapai

110, 4° Celcius, mengandung 33 % *Ethylene Glychol*, zat anti karat (*aditif rust inhibitor*) dan juga anti beku (*anti foam radiator*). Ethylene Glycol adalah cairan tidak berwarna dan berasa manis yang digunakan sebagai antibeku, dalam pembuatan serat dan film polyester, sebagai cairan perpindahan paanas, dalam campuran penghilan lapisan es di pesawat terbang dan landasan pacu, untuk memberikan stabilisasi beku. *Ethylene Glycol* adalah alcohol dihidroksi dengan rumus kimia $C_2H_6O_2$ *coolant* petroasia dengan titik didih mencapai 130° Celcius, dan radiator coolant prestise dengan titik didih mencapai 120° Celcius.

2.3 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 sekitta 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*)

High speed steel atau dalam kamus besar bahasa indonesia lebih dikenal dengan baja berkecepatan tinggi (dikenal juga sebagai chromium atau molybdenum atau tool steel HSS) merupakan istilah akademis dari baja perkakas. Secara umum, material yang terbuat dari logam HSS ini, biasa digunakan sebagai bahan pisau pahat pada mesin bubut, mesin milling maupun gergaji, komponen rantai kendaraan, peralatan pertukangan seperti kunci inggris, kunci monel dan bahan industri lainnya yang membutuhkan daya tahan benturan yang kita gunakan tanpa kita sadari. Material baja kecepatan tinggi adalah paduan yang memperoleh sifat-sifatnya dari berbagai logam paduan yang ditambahkan ke baja karbon, biasanya termasuk kombinasi tungsten dan molibdenum, atau kombinasi keduanya, seringkali dengan paduan yang lain. Mereka termasuk dalam sistem paduan multi-komponen $Fe - C - X$ dimana X mewakili kromium, tungsten, molibdenum, vanadium, atau cobalt. Secara umum, komponen X hadir lebih dari 7%, bersama dengan lebih dari 0,60% karbon.

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 pembubutan dari 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 pembubutan 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.

Pada proses pengerjaan logam menggunakan mesin milling konvensional ada beberapa parameter yang digunakan untuk mengukur kualitas hasil proses yakni kekasaran dan kerataan permukaan. Banyak faktor yang dapat mempengaruhi kualitas kekasaran dan kerataan permukaan antara jenis pahat, kedalaman pemakanan dan jenis cairan. (*Assegaf, N. A 2014*)

Penentuan penggunaan alat potong (pahat) juga dapat mempengaruhi nilai kekasaran yang diinginkan. Dengan mengetahui bahwa hasil pembuatan dipengaruhi oleh kondisi kondisi pemotongan, maka operator harus memperhatikan proses pembuatan khususnya feeding yang dalam hal ini yang sangat mempengaruhi terhadap tingkat kekasaran permukaan benda kerja pada

alat potong (pahat) seperti yang telah diketahui sangatlah bervariasi sesuai dengan kebutuhan atau penggunaannya.

2.4 Baja ST 41

Baja ST 41 adalah baja karbon rendah sebesar 0,08% - 0,20%, ST memiliki makna baja atau disebut dengan stell, sedangkan 41 memiliki makna kekuatan tarik (*tensile strength*) sebesar 40 kg/mm². Sehingga dapat disimpulkan bahwa ST 41 merupakan baja dengan kekuatan tarik sebesar 40 kg/mm².



Gambar 2. 1 Baja ST 41

Sumber : (dokumentasi 2025)

Baja ST 41 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 sekitar 0,2% hingga 2,1% sesuai grade-nya. Selain unsur besi (Fe) dan karbon, baja mengandung unsur lain seperti mangan (Mn) dengan kadar maksimal 1,65%, sulfur (S) dengan kadar maksimal 0,06%, tembaga (Cu) dengan kadar

maksimal 0,6%, 13ulphur (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. pengujian kekerasan pada pahat yang dilakukan pada penelitian ini adalah dengan menggunakan alat *Equotip2 Hardness Tester*.

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.

Salah satu kualitas yang terbaik dari suatu komponen adalah permukaan yang halus. Proses kerja mesin yang ingin dicapai pada bubut CNC Mori Seiki SL-25 adalah nilai kekasaran permukaan yang minimum, perlu dilakukan

penentuan penyetelan yang tepat dari parameter-parameter proses bubut CNC Mori Seiki SL-25 agar diperoleh kekasaran permukaan benda yang minimum. (Erwanto,E dkk 2021)

2.6 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). Pada penelitian ini, bertujuan untuk mengetahui pengaruh tingkat kecepatan putaran spindle terhadap kerusakan pahat dan kekasaran pada

permukaan Baja ST 41. Dari penelitian yang telah dilakukan menghasilkan kesimpulan bahwa tingginya kecepatan putaran spindle dapat memperbesar kerusakan pada pahat dan pada nilai kekasaran berbanding terbalik, yaitu dengan tingginya kecepatan putar menyebabkan kualitas produk yang baik, karena semakin rendah nilai kekasaran menandakan bahwa kualitas dari produk hasil bubut tersebut baik. Pada penelitian ini menggunakan 4 variasi putaran spindle dan 12 variasi gerak makan (feending) pemotongan halus yang disesuaikan dengan feending yang tersedia di mesin bubut.

2.7 Mesin Bubut

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. 2 Mesin Bubut Konvensional
Sumber : (dokumentasi 2025)

Pada divisi pembubutan, dari ketiga mesin tersebut yang sering mengalami kerusakan yakni Mesin Bubut dengan waktu kerusakan 3.800 menit. Tujuan dalam penelitian ini yaitu membuat jadwal perawatan Mesin Bubut serta mencari metode pemeliharaan yang tepat agar mendapatkan biaya yang paling rendah. *(Akbar dkk,2022)*

Proses bubut sesuai dengan definisi *ASM International* merupakan proses pemesinan konvensional untuk membentuk permukaan yang dilakukan oleh pahat terhadap benda kerja yang berputar, penggunaan ini dirancang untuk memotong bagian material yang tidak diinginkan sehingga benda kerja mencapai dimensi, toleransi dan tingkat penyelesaian yang sesuai dengan rancangan teknisnya. Selain itu, fungsi mesin bubut adalah membentuk benda kerja sesuai dengan spesifikasi geometri yang ditentukan, biasanya berpenampang silinder dan umumnya terbuat dari bahan logam, sesuai bentuk dan ukuran yang diinginkan dengan cara memotong atau membuang (*removal*) bagian dari benda kerja menjadi geram dengan menggunakan pahat potong yang jenisnya lebih keras dari benda kerja yang dipotong ([Rochim, 2007](#)).