

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan dan kemajuan proses permesinan dari industri manufaktur saat ini sudah berkembang sangat pesat. Dalam dunia industri seringkali memerlukan material yang berkualitas dan variatif kian meningkat seiring dengan ditemukan berbagai macam metode dalam memproduksi barang. Produk yang berkualitas ditentukan dari fungsi dan jangka waktu penggunaan. Jangka waktu pemakaian produk juga ditentukan oleh pemilihan material, proses pengerjaan dan Permesinan, dan kontrol kualitas sebelum produk sampai ke tangan customer.

Proses permesinan merupakan proses manufaktur dimana objek dibentuk dengan cara membuang atau menghilangkan sebagian material dari benda kerjanya. Tujuan adanya proses tersebut ialah untuk mendapatkan akurasi dibandingkan proses – proses lain seperti proses pengecoran, pembentukan dan juga untuk memberikan bentuk bagian dalam dari suatu objek tertentu. Adapun jenis – jenis proses permesinan yang banyak dilakukan antara lain: Proses bubut (*turning*), proses menyekrap (*shaping* dan *planning*), proses pembuatan lubang (*drilling*), proses mengefreis (*milling*), proses menggerinda (*grinding*), proses menggergaji (*sawing*), dan yang terakhir adalah proses memperbesar lubang (*boring*) (Wibowo dan Ibrahim, 2014).

Proses pengeboran (*boring*) adalah pekerjaan memperbesar diameter pada benda, pekerjaan dilakukan dengan menggunakan mesin bor dengan mata bor

sebagai pisau penyayatnya. Proses boring selain digunakan untuk mengebor pada mesin bor juga bisa digunakan untuk memperhalus suatu lubang. Peluasan lubang yang dipakai pada proses boring biasanya disebut dengan Reamer.

Proses pelubangan merupakan tahap awal pada pengerjaan sambungan dengan mur baut (*bolt nut joint*) yang menjadi salah satu tahapan dalam pembangunan konstruksi. Besar kecilnya lubang dan jumlah lubang sangat tergantung pada besar kecilnya konstruksi yang juga berkaitan dengan besar kecilnya beban yang diterima bagian konstruksi baja cor umumnya dapat mencapai diameter 24 mm. Pembuatan lubang keliling atau baut dengan diameter besar atau lebih besar dari 10 mm umumnya dibuat melalui tiga tahapan proses perbesaran lubang, yaitu dimulai dengan diameter bor 4 mm kemudian diameter 10 mm dan diameter yang dikehendaki yaitu 18 mm, 22 mm, atau 24 mm. Proses tersebut membutuhkan banyak waktu dan dilakukan bertahap sesuai dengan diameter lubang serta waktu yang terpakai untuk mengganti mata bor.

Penelitian Ibrahim (2020) tentang analisis keausan pahat pada permesinan bor magnesium menghasilkan bahwa kecepatan putaran merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi umur pakai mata bor. Semakin besar kecepatan putaran maka keausan mata bor akan semakin cepat terjadi, hal tersebut disebabkan karena suhu tinggi yang dihasilkan dari gesekan antara mata bor dan benda kerja. Keausan mata bor dapat mengakibatkan hasil kekerasan lubang, hal ini dapat diketahui dari hasil penelitian Kumar dan Packiaraj (2012) yang menggunakan perbedaan drilling parameter seperti : *cutting speed*, *feed*, dan diameter bor, dan diperoleh hasil pada

parameter pengeboran sangat mempengaruhi kekasaran permukaan, keausan bor, material *removal rate* dan penyimpangan diameter lubang.

Pemberian material untuk ,menjaga kestabilan pada pahat boring dalam proses pembubutan dapat mengurangi pengaruh getaran yang diakibatkan proses pemotongan pahat (Ramesh, 2012). Pemilihan bahan pahat dan material yang dipotong serta kondisi pemotongan yang tidak tepat akan berpengaruh terhadap keausan pahat. Oleh karena itu perlu diketahui pengaruh kecepatan putaran poros utama (*spindle*) mesin bor terhadap keausan pahat bor.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana pengaruh kecepatan putaran terhadap keausan mata bor?

1.3 Tujuan Penelitian

Mengetahui pengaruh kecepatan putaran terhadap keausan mata bor.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Penelitian ini dilaksanakan untuk menambah wawasan tentang penelitian dan melengkapi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik di Fakultas Teknik Universitas Islam Sumatera Utara.
2. Sebagai bahan referensi bagi penelitian dan sejenisnya untuk mengembangkan ilmu tentang pengaruh kecepatan potong pada mata bor HSS terhadap besi baja AISI 1050.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mesin Bor (*Drilling Machine*)

Mesin bor adalah suatu jenis mesin gerakannya memutarakan alat pemotong yang arah pemakanan mata bor hanya pada sumbu mesin tersebut (pengerjaan pelubangan). Sedangkan pengeboran adalah operasi menghasilkan lubang berbentuk bulat dalam lembaran-kerja dengan menggunakan pemotong berputar yang disebut bor (Kharisma, 2017). Memiliki fungsi untuk membuat lubang, membuat lobang bertingkat, membesarkan lobang dan *Chamfer*. Pada umumnya mesin bor digunakan untuk pembuatan lubang pada benda kerja, oleh karena itu mesin bor sangat penting untuk proses pengetappan atau proses pembuatan ulir dalam.

Sedangkan proses pengeboran merupakan proses permesinan yang paling digunakan setelah proses bubut, karena hampir semua komponen dan produk permesinan mempunyai lubang (Hendra, et al. 2015). Gerak makan dan gerak potong pada proses pengeboran dilakukan oleh pahat bor. Pahat bor mempunyai dua mata potong dan melakukan gerak potong karena diputar oleh *spindle* mesin bor. Putaran *spindle* dan gerak makan dapat dipilih dari beberapa tingkat putaran dan gerak makan yang tersedia pada mesin (Akhmadi, et al. 2021).

2.2 Prinsip Kerja Mesin Bor

Prinsip kerja dari semua mesin bor hampir sama yaitu adalah memanfaatkan gerakan putar dari poros yang diteruskan ke mata bor. Pemilihan mata bor disesuaikan menurut dengan jenis bahan dari benda kerja yang akan dibor sekaligus harus memperhatikan diameter mata bor dan kecepatan dari putaran mesin bor. Hal tersebut agar mata bor tidak cepat aus dan patah. Mesin bor yang sering digunakan di bengkel terutama untuk kerja bangku pada umumnya adalah mesin bor tangan, mesin bor rantai, mesin bor meja dan mesin bor radial (Widarto, 2008).

2.3 Bagian – Bagian Utama Mesin Bor

Setiap jenis mesin bor (*Drill Machine*) memiliki komponennya masing – masing. Pada penelitian ini akan di bahas jenis mesin bor duduk tipe Orange Heavy Duty MD-16 . Berikut komponennya :

1. Dudukan (*base*)

Base ini merupakan penopang dari semua komponen mesin bor. *Base* terletak paling bawah menempel pada lantai, biasanya dibaut. Dalam pengeboran akan terjadi getaran, jika pemasangan dudukan atau base ini tidak kuat, maka getaran tersebut akan membuat keakurasian dalam pengeboran berkurang, maka pemasangannya harus kuat karena akan mempengaruhi keakuratan pengeboran akibat dari getaran yang terjadi.

2. Tiang (*Coloumn*)

Bagian dari mesin bor yang digunakan untuk menyangga bagian-bagian yang digunakan untuk proses pengeboran. *Column* berbentuk silinder yang

mempunyai alur atau rel untuk jalur gerak vertikal dari meja kerja. Bagian tiang ini menempel rel alur gerigi yang berfungsi sebagai pergerakan secara vertikal naik atau turun meja kerja sehingga proses *feeding* atau pemakanan bisa kita setel sesuai kebutuhan dengan melihat eretan putaran engkol yang ada dimeja. Atau memang kesulitan untuk melakukan kedalaman pengeboran atau jangkauan dari pergerakan bagian *drill feed handle*.

3. Meja (*Table*)

Bagian yang digunakan untuk meletakkan benda kerja yang akan di bor. Meja kerja dapat disesuaikan secara vertikal untuk mengakomodasi ketinggian pekerjaan yang berbeda atau bisa berputar ke kiri dan ke kanan dengan sumbu poros pada ujung yang melekat pada tiang (*column*). Untuk meja yang berbentuk lingkaran bisa diputar 360° dengan poros ditengah-tengah meja. Kesemuanya itu dilengkapi pengunci (*table clamp*) untuk menjaga agar posisi meja sesuai dengan yang dibutuhkan. Untuk menjepit benda kerja agar diam menggunakan ragum yang diletakkan di atas meja.

4. Mata Bor (*Drill Chuck*)

Mata Bor adalah suatu alat pembuat lubang atau alur yang efisien. Mata bor yang paling sering digunakan adalah bor spiral, karena daya hantarnya yang baik, penyaluran serpih (geram) yang baik karena alur-alurnya yang berbentuk sekrup, sudut-sudut sayat yang menguntungkan dan bidang potong dapat diasah tanpa mengubah diameter bor. Bidang– bidang potong bor spiral tidak

radial tetapi digeser sehingga membentuk garis-garis singgung pada lingkaran kecil yang merupakan hati bor.

5. *Spindle*

Bagian *spindle* ini berguna untuk menjepit mata bor agar tidak mudah lepas saat putaran mesin bor dinyalakan dan melakukan pemakanan. Pada *spindle* biasanya terdapat lubang pengunci dan gerigi yang digunakan untuk mengunci mata bor dengan kunci khusus *spindle*. Pengunciannya yaitu kunci dimasukkan pada lubang dan diputar searah jarum jam dan untuk melepaskan mata bor lakukan pergerakan sebaliknya.

6. *Spindle Head*

Merupakan rumah dari konstruksi *spindle* yang digerakkan oleh motor dengan sambungan berupa belt dan diatur oleh *drill feed handle* untuk proses pengeborannya.

7. *Drill Feed Handle*

Sesuai dengan namanya *drill feed handle* digunakan oleh operator mesin bor untuk melakukan pemakanan benda kerja. Cara kerjanya operator memegang *drill feed handle* dan digerakkan menekan kebawah, semakin kebawah operator menekan maka semakin dalam pula terjadinya pengeboran. Biasanya juga pada bagian ini ada ukuran kedalaman atau pergerakan *handle feed*, sehingga pengeboran bisa terukur.

8. Kelistrikan

Mesin bor menggunakan motor listrik sebagai penggerak utamanya. Motor listrik harus dilengkapi dengan kabel penghubung, kabel power, saklar on/off, lampu indikator serta saklar pengatur kecepatan.

2.4 Fungsi Mesin Bor

1. Pembuatan lubang

Yaitu mengumpan mata bor pada suatu benda kerja untuk membuat lubang.

2. Pembesaran Lubang

Yaitu mengumpan mata bor pada benda kerja yang telah memiliki lubang sebelumnya guna untuk memperbesar diameter lubang pada benda kerja.

3. *Chamfer*

Chamfer adalah suatu proses untuk menghilangkan sisi tajam dari sebuah bentuk silindris. *Chamfer* pada proses counter sink yang dimaksudkan ada beberapa macam penggunaan, antara lain :

- a. *Chamfer* untuk membersihkan chip/ bram.
- b. *Chamfer* untuk pembuatan ulir.
- c. *Chamfer* untuk dudukan kepala baut konus.
- d. *Chamfer* untuk dudukan paku keeling

2.5 Perawatan Mesin Bor

Sebuah mesin dalam menjaga performa kinerjanya juga membutuhkan perawatan yang intensif pada setiap komponen mesinnya. Hal ini juga diperlukan untuk mesin bor. Adapun hal-hal yang harus diperhatikan :

- a. Pelumasan secara rutin untuk menghilangkan panas dan gesekan.
- b. Mesin harus dibersihkan setelah digunakan.
- c. Lepaskan mata bor dengan benar setelah mesin digunakan
- d. *Chips* harus dibersihkan menggunakan kuas.
- e. *T-slots, grooves, spindles sleeves, belts,* dan *pulley* harus dibersihkan.
- f. Mesin diolesi dengan cairan anti karat untuk mencegah dari berkarat.
- g. Pastikan untuk alat pemotong berjalan lurus (stabil) sebelum memulai operasi.
- h. Jangan menempatkan alat-alat lain di meja pemboran.

2.6 Mata Bor (*Twist Drill*)

Mata bor merupakan sebuah alat untuk membuat lubang pada bendabenda tertentu seperti kayu, logam, kaca, dinding (tembok) serta plastik. Terdapat berbagai macam jenis dan ukuran mata bor untuk membuat lubang dengan mesin bor berbeda jenis tentunya berbeda pula fungsinya. Maka dari itu sebelum kita membelinya. Dikarenakan setiap bahan atau material dasar yang akan kita lubangi memakai bor pasti mempunyai kekuatan yang berbedabeda

tentu saja hal ini tidak mungkin bisa dilakukan menggunakan jenis mata bor yang sama. Maka dari itu setiap produsen merancang dan membuat berbagai bor dan mata bor agar bisa digunakan sesuai dengan kriteria yang telah ditetapkan, namun perlu di ingat setiap mata bor pasti memiliki kelebihan dan kekurangan masing – masing. Jenis – jenis mata bor bisa dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2.1 Jenis Mata Bor

2.7 Pahat HSS (*High Speed Steels*)

HSS (*High Speed Steels*) merupakan jenis baja yang ditemukan pada tahun 1898 yang terbentuk dari paduan tinggi dengan unsur paduan tungsten/wolfram (W). Baja ini dibentuk melalui proses penuangan diikuti dengan pengerolan atau penempaan (Wiryosumarto, 2010). Pada kondisi lunak (*annealed*), bahan tersebut

dapat diproses menjadi berbagai bentuk pahat kosong. Setelah proses laku panas dilakukan, baja ini akan memiliki kekerasan yang cukup tinggi sehingga dapat digunakan pada kecepatan potong tinggi. Jika pahat HSS aus, pahat ini dapat diasah kembali hingga menjadi hitam. Karena sifatnya yang baik, produk HSS masih digunakan sampai saat ini (Rochim. 2010). Sifat hot hardness dan recovery hardness yang cukup tinggi pada HSS dapat dicapai dengan adanya unsur paduan W, Cr, V, Mo dan Co. Pengaruh unsur tersebut dengan unsur dasarnya besi ((Fe) dan karbon (C) adalah:

a. Tungsten/Wolfram (W)

Unsur ini dapat membentuk karbida yaitu paduan yang sangat keras ($\text{Fe}_4\text{W}_4\text{C}$) yang menyebabkan kenaikan temperatur untuk proses hardening dan tempering. Dengan demikian hot hardness dapat dipertinggi.

b. Chromium (Cr)

Menaikkan hardenability dan hot hardness. Chrom merupakan elemen pembentuk karbida, akan tetapi Cr menaikkan sensitivitas terhadap overheating.

c. Vanadium (V)

Menurunkan sensitivitas terhadap *overheating* serta menghaluskan besar butir. Vanadium juga merupakan elemen pembentuk karbida.

d. Molybdenum (Mo)

Mempunyai efek yang sama seperti W akan tetapi lebih terasa (2% W dapat digantikan 1% Mo). Dengan menambah 0,4% sampai 0,9% Mo dalam HSS

dengan panduan utama W (W-HSS) dapat dihasilkan HSS yang mampu dikeraskan di udara (*air hardening properties*). Selain itu Mo-HSS lebih liat sehingga mampu menahan beban kejut.

e. Cobalt (Co)

Bukan elemen pembentuk karbida. Ditambahkan dalam HSS untuk menaikkan hot hardness dan tahanan keausan. Besar butir menjadi lebih halus sehingga ujung – ujung yang runcing tetap terpelihara selama *heat treatment* pada temperatur tinggi.

Tabel 2.1 Jenis Pahat HSS (Rochim, et al. 2010)

Jenis HSS	Standar AISI
HSS Konvensional	
a. Molybdenum HSS	M1 M2 M7 M10
b. Tingsten HSS	T1 T2
HSS Spesial	
a. Cobalt added HSS	M33 M36 T4 T5 T6
b. High Vanadium HSS	M3-1 M3-2 M4 T15
c. High Hardness Co HSS	M41 M42 M42 M44 M45 M46
d. Cast HSS	
e. Powered HSS	
f. Coated HSS	

2.8 Keausan Pahat

Keausan adalah sebuah fenomena yang sering terjadi dalam *engineering*. Keausan bukan hanya proses tunggal, tetapi beberapa proses berbeda yang dapat berlangsung independen atau secara bersamaan. Kompleksitas yang mengelilingi keausan pahat bersumber dari berbagai faktor meliputi material yang diproses, alat pemesian, alat potong, pendingin dan kondisi pemotongan. Selama pemesian, alat potong berinteraksi langsung dengan material. Geram dihasilkan dengan mengikis material, sementara panas yang terbentuk dari deformasi plastis dari material dan gesekan antarpermukaan material dan alat potong dipindahkan ke alat potong. Dalam model empiris, ketahanan terhadap hilangnya material akibat adanya kontak permukaan dari sebuah komponen, menjadi pertimbangan dalam perhitungan dengan persamaan empiris. Mekanisme keausan pahat telah diidentifikasi dan diklasifikasikan, diantaranya adhesi, abrasi, difusi dan dissolusi, reaksi kimia dan oksidasi (Abidin, 2010).

Keausan tepi (*flank wear*) bermula dari aksi abrasive pada fase kedua pada material, sementara keausan kawah (*crater wear*) diketahui sebagai kombinasi yang kompleks dari berbagai mekanisme keausan seperti adhesi, abrasi, dissolusi dan difusi. Suhu pemotongan, kondisi kontraksi dan tekanan pada permukaan alat kerja dan pahat, mempengaruhi keausan alat dan mekanisme keausan. Hampir seluruh energi pemotongan diubah menjadi panas melalui proses gesekan, antara geram dengan pahat dan antara pahat dengan benda kerja, serta proses perusakan molekular atau ikatan atom pada bidang geser (*shear plane*). Panas ini sebagian besar dibawa oleh geram, sebagian merambat melalui pahat dan sisanya mengalir

melalui benda kerja menuju ke sekeliling. Karena tekanan yang besar akibat gaya pemotongan serta temperatur yang tinggi maka permukaan aktif dari pahat akan mengalami keausan. Keausan tersebut makin lama makin membesar yang selain memperlemah pahat juga akan memperbesar gaya pemotongan sehingga dapat menimbulkan kerusakan fatal (Abidin, 2010).

Keausan mata bor pada dasarnya terjadi akibat proses gaya gesek yang mengakibatkan mata bor menjadi panas dan permukaan menjadi rata akibat gesekan dimana yang menjadi panas dan permukaan menjadi rata akibat gesekan dimana yang menjadi keausan terhadap keausan sudut mata bor dikarenakan sudut dari mata bor yang digunakan untuk proses pengeboran dan apabila sering terjadi gesekan maka umur mata bor akan akan cepat mencapai batas nya. Lalu apabila dipaksa akan mengalami patah pada mata bor. Lalu untuk mengetahui keausan pada mata bor dengan cara melihat secara visual mata terlebih dahulu sampai sekiranya sudah benar-benar mengalami puncak keausan, dan untuk mengetahui keausannya dengan cara menimbang berat pada mata bor sebelum dan sesudah digunakannya mata bor, setelah itu diketahui keausannya,

2.9 Kecepatan Potong

Kecepatan potong adalah suatu harga yang diperlukan dalam menentukan kecepatan pada proses penyayatan atau pemotongan benda kerja harga kecepatan potong ditentukan oleh jenis dan ukuran alat potong, seperti pada rumus berikut:

$$V_c = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \text{ (m/menit)} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana :

V_c = kecepatan potong (m/menit)

d = diameter cutter (mm)

n = putaran spindel (rpm)

2.10 MMR (*Material Removal Rate*)

MMR (*Material removal rate*) adalah jumlah masa benda kerja yang terkikis per satuan waktu secara aktual MMR dapat dihitung menggunakan rumus di bawah ini :

$$\text{MMR} = \frac{m_o - m_t}{p \times t} \text{ (mm}^3\text{/detik)} \dots \dots \dots (2)$$

Dimana :

MMR = *Material Removal Rate* (mm³/detik)

m_o = Massa benda kerja sebelum pemesinan (gram)

m_t = Massa benda kerja setelah pemesinan (gram)

p = Massa jenis baja (g/cm³)

t = Waktu pemesinan (detik)