

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Proses pembubutan merupakan salah satu teknik pemesinan yang banyak digunakan dalam industri manufaktur untuk menghasilkan komponen dengan presisi tinggi. Kinerja dan efisiensi pembubutan sangat dipengaruhi oleh kondisi pahat yang digunakan. Salah satu tantangan utama dalam proses ini adalah keausan mata pahat, yang dapat berdampak pada akurasi dimensi, kualitas permukaan benda kerja, serta biaya produksi. Oleh karena itu, analisis keausan pahat menjadi aspek penting dalam optimasi proses pemesinan.

High-Speed Steel (HSS) merupakan salah satu material pahat yang banyak digunakan karena memiliki keuletan dan ketangguhan yang baik, serta mudah diasah ulang. Namun, dalam proses pembubutan kering—di mana tidak digunakan cairan pendingin—pahat HSS cenderung mengalami keausan lebih cepat akibat gesekan tinggi dan peningkatan suhu selama pemotongan.

Pembubutan kering, yaitu proses pembubutan tanpa menggunakan cairan pendingin atau pelumas, kini semakin banyak diterapkan dalam industri sebagai salah satu pendekatan ramah lingkungan dan ekonomis. Penggunaan pendingin dalam proses pemesinan selain menambah biaya operasional, juga menimbulkan permasalahan lingkungan dan kesehatan kerja yang signifikan. Namun, di sisi lain, pembubutan kering meningkatkan tantangan teknis, khususnya terkait dengan

kenaikan suhu pada daerah potong dan peningkatan laju keausan pahat. Hal ini menjadi perhatian penting dalam menjaga kualitas produk dan efisiensi proses pemesinan.

Material Aluminium 6061 banyak digunakan dalam industri otomotif, kedirgantaraan, dan manufaktur karena memiliki kekuatan yang baik, ketahanan korosi, serta kemudahan dalam pemesinan. Namun, sifat aluminium yang cenderung membentuk **built-up edge (BUE)** pada pahat dapat mempercepat keausan, terutama dalam kondisi pembubutan kering. Oleh karena itu, diperlukan analisis lebih lanjut mengenai keausan yang terjadi pada pahat HSS saat digunakan untuk membubut Aluminium 6061 tanpa cairan pendingin.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menganalisis jenis dan mekanisme keausan yang terjadi pada mata pahat HSS saat digunakan dalam proses pembubutan kering Aluminium 6061.
2. Mengidentifikasi pengaruh parameter pemotongan (kecepatan potong, kecepatan makan, dan kedalaman potong) terhadap tingkat keausan pahat.
3. Menentukan parameter pemotongan yang optimal untuk meminimalkan keausan dan meningkatkan efisiensi pembubutan.

1.3 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini diantaranya adalah :

1. Bagaimana pengaruh kedalaman potong terhadap umur pahat HSS menggunakan Aluminium 6061 setelah proses pembubutan CNC.
2. Bagaimana kualitas jenis aluminium 6061

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini diantaranya adalah :

1. Material pahat yang digunakan adalah pahat HSS.
2. Keausan pahat yang dipertimbangkan adalah jenis keausan tepi (Flank Wear)
3. Material yang akan dibubut aluminium 6061.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan beberapa manfaat, antara lain:

1. Memberikan pemahaman mengenai mekanisme keausan yang terjadi pada pahat HSS dalam proses pembubutan kering.
2. Menyediakan referensi bagi industri dalam memilih parameter pemotongan yang optimal untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas pembubutan.
3. Mengurangi biaya produksi dengan mengoptimalkan umur pakai pahat dan mengurangi tingkat keausan yang berlebihan.
4. Mendukung pengembangan teknik pemesinan yang lebih efisien dan berkelanjutan dengan meminimalkan ketergantungan pada cairan pendingin

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mesin Bubut CNC

Mesin CNC singkatan dari *Computer Numerically Controlled*, merupakan suatu mesin yang dikontrol oleh computer dengan menggunakan Bahasa numerik (data perintah dengan kode angka, huruf dan simbol) sesuai standart ISO. Sistem kerja teknologi CNC ini akan lebih sinkron antara computer dan numerik , sehingga bila dibandingkan dengan mesin perkakas yang sejenis, maka mesin perkakas CNC lebih teliti, lebih tepat, lebih fleksibel dan cocok untuk produksi masal. Dengan dirancangnya mesin perkakas CNC dapat menunjang produksi yang membutuhkan tingkat kerumitan yang tinggihan dapat mengurangi campur tangan operator selama mesin beroperasi.

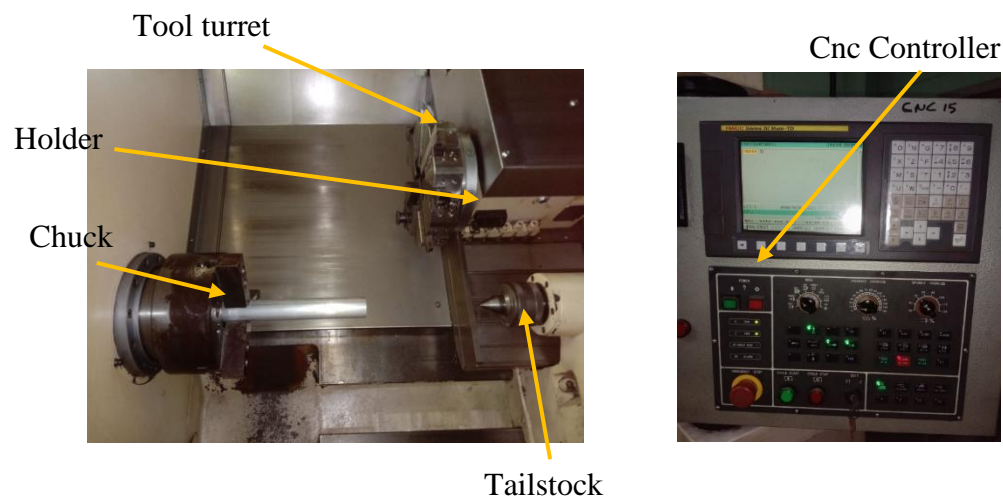


Gambar 2.1 Mesin Bubut CNC

Bubut merupakan suatu proses pemakanan benda kerja yang sayatannya dilakukan dengan cara memutar benda kerja kemudian dikenakan ke ujung mata

pahat yang digerakan secara sejajar dengan sumbu putar dari benda kerja. Disaat sekarang ini rata – rata perusahaan pemasok komponen – komponen mesin lebih memilih mesin bubut CNC dari pada mesin konvesional dikarenakan mesin bubut CNC lebih akurat hasil pengerjaannya, jika dibandingkan dengan mesin bubut konvesional terkadang tidak sesuai dengan keinginan para produsen tersebut. [1]

2.2.1 Bagian-bagian Utama Mesin Bubut



Gambar 2.2 Bagian – bagian mesin bubut CNC

1. Chuck

Chuck mesin bubut CNC mencengkeram komponen yang akan dikerjakan.

2. Tailstock

Tailstock sebagian besar digunakan untuk memberikan kekuatan cengkeraman ekstra untuk pemesinan komponen.

3. Tool Turret

Pahat dipasang pada Tool Turret pahat yang digunakan untuk pemesinan komponen.

4. Holder

Merupakan alat bantu atau perlengkapan pemegang/pencengkeram pahat.

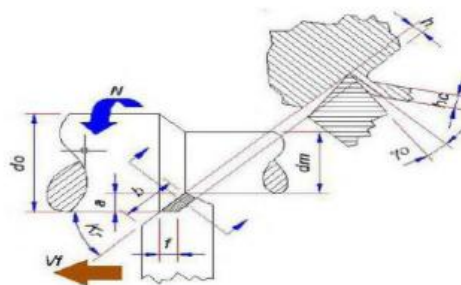
5. CNC Controller

Perangkat yang mengontrol pergerakan alat pemotong pada mesin CNC.

2.1.2 Cara Kerja Mesin Bubut

Benda kerja dicengkeram menggunakan chuck, chuck terletak di ujung poros utama mesin bubut dengan sambungan ulir, sehingga benda kerja pada chuck ikut berputar saat mesin dihidupkan. Pahat yang dipasang pada pengikat pahat yang disebut tool turret. Alat ini dipasang diatas eretan kecil yang diletakan diatas asutan melintang (cross slide), dan keduanya diletakan diatas asutan membujur yang disebut support. Karena pahat beserta tool turretnya diletakan diatas asutan melintang, maka pahat dapat bergerak melintang dan membujur. Jadi tebal muka sayatan pahat dapat ditambah. [2]

2.2 Parameter Mesin Bubut



Gambar 2.3 Parameter proses bubut

Dalam teori dan teknologi proses permesinan (Rochim,1993) secara umum Pada proses pembubutan terdapat tiga parameter utama yaitu, kecepatan potong (v).

Gerak makan (f), dan kedalaman potong (a). Elemen dasar pada proses pembubutan dapat diketahui menggunakan rumus yang dapat diturunkan berdasarkan kondisi pemotongan ditentukan sebagai berikut:

a. Benda kerja : $D_0 = \text{Diameter awal ; mm.}$

$D_m = \text{Diameter akhir ; mm.}$

$l_t = \text{Panjang permesinan}$

b. Pahat : $\chi_r = \text{mm, sudut potong utama}$

$Y_0 = \text{sudut geram}$

c. Mesin Bubut : $a = \text{Kedalaman Potong ; mm}$

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

$f = \text{gerak makan ; mm/r.}$

$n = \text{putaran poros utama (benda kerja) ; r/mm}$

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

a. Kecepatan potong

Kecepatan putar, n (speed), selalu dihubungkan dengan sumbu utama (spindle), dan benda kerja. Kecepatan putar dinotasikan sebagai putaran per menit

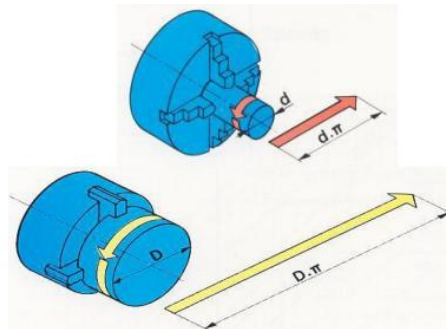
(rotation per minute,rpm). Akan tetapi yang diutamakan dalam proses bubut adalah kecepatan potong (cutting speed atau v), atau kecepatan benda kerja dilalui oleh pahat/keliling benda kerja. Secara sederhana kecepatan potong dapat digambarkan sebagai keliling benda kerja dikalikan dengan kecepatan putar. [3]

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

Dimana : V : Kecepatan Potong (m/menit)

d : diameter benda kerja (mm)

n : putaran benda kerja (putaran /menit)



Gambar 2.4 Panjang permukaan benda kerja yang dilalui pahat setiap putaran.

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 bahan benda kerja dan pahat.[1]

b. Kecepatan makan

Gerak makan, f (feed) , adalah jarak yang ditempuh oleh pahat setiap benda kerja berputar satu kali sehingga satuan f adalah mm/rev. 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. Gerak makan tersebut berharga sekitar $1/3$ sampai $1/20$, atau sesuai dengan kehalusan permukaan yang dikehendaki. (Widarto, 1998)

$$V_f = f \cdot n ; \text{ mm/min}$$

Dimana : V_f : Gerak Makan (mm/r)

f : Gerak Makan (mm/r)

n : Putaran poros utama (rpm)

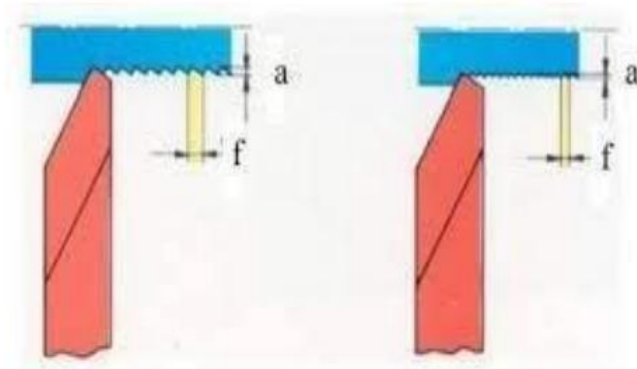
c. Kedalaman potong

Kedalaman potong a (depth of cut), adalah tebal bagian benda kerja yang dibuang dari benda kerja, atau jarak antara permukaan yang dipotong terhadap permukaan yang belum terpotong. Ketika pahat memotong sedalam a , maka diameter benda kerja akan berkurang dua, karena bagian permukaan benda kerja yang dipotong ada di dua sisi, akibat dari benda kerja yang berputar. [3]

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

Dimana : d_o : Diameter awal (mm)

d_m : Diameter Akhir (mm)



Gambar 2.5 Gerak Makan (f) dan Kedalaman Potong (a).

d. Kecepatan penghasilan geram

Geram adalah potongan dari material yang dilepas dari benda kerja oleh pahat potong.

$$Z = f \cdot \alpha \cdot V \text{ (cm}^3\text{/menit)}$$

Z : Kecepatan penghasil geram (cm³/menit)

f : Gerak Makan (mm/r)

α : Kedalaman Potong (mm)

V : Kecepatan potong (met/menit)

e. Kecepatan Putaran Mesin Bubut

Putaran mesin bubut adalah kemampuan kecepatan putaran mesin untuk melakukan pemotongan atau penyayatan dalam satuan putaran/menit.

$$n = \frac{1000 \cdot Cs}{\pi \cdot d} = \text{Rpm}$$

d : Diameter benda kerja (mm)

Cs : Kecepatan potong (meter/menit)

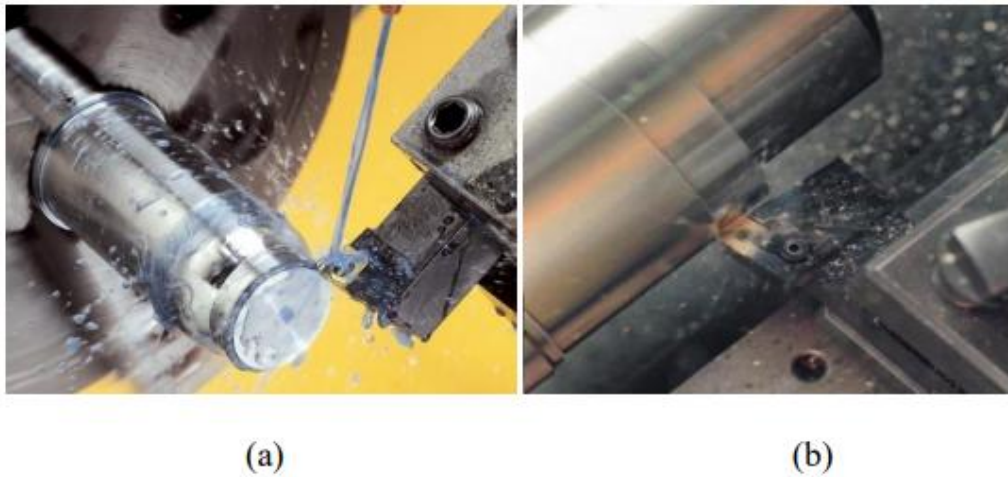
II : Nilai konstanta = 3,14

2.3 Pemesinan Kering (Dry Machining)

Pemesinan kering (Dry Machining) adalah proses pemesinan yang tidak menggunakan fluida pendingin dalam proses pemotongannya. Pemesinan kering mulai ditempatkan pada prioritas utama pada proses pemesinan akhir-akhir ini. Berdasarkan ulasan dari beberapa pihak, minat dalam pengurangan atau menghilangkan penggunaan cairan pendingin dalam pemesinan semakin meningkat. Pemesinan kering diinginkan secara ekologi dan akan menjadi keharusan bagi perusahaan manufaktur di tahun-tahun mendatang (Sreejith dan Ngoi, 2000). Hal ini sangat relevan terhadap kondisi bahwa pemesinan yang menggunakan cairan pendingin atau pelumas pada proses pengerjaannya dapat memberikan dampak kurang baik terhadap operator maupun lingkungan. Ada dua hal mengapa minat akan penggunaan pemesinan kering meningkat.

- Mengurangi atau menghilangkan terbukanya operator terhadap resiko kesehatan yang mungkin akan terjadi seperti keracunan, iritasi kulit, gangguan pernafasan dan infeksi mikroba.
- Mengurangi biaya pemesinan. Sebuah kajian yang dilakukan sebuah perusahaan otomotif menunjukkan bahwa cairan pendingin memberikan kontribusi 16% dari biaya komponen yang dimesin.

Gambar 2.5 (a). memperlihatkan proses pemesinan menggunakan cairan pendingin atau wet machining dan Gambar 2.5 (b). memperlihatkan proses pemesinan kering tanpa menggunakan cairan pendingin atau pelumas.[2]



Gambar 2.6 (a) pemesinan basah dan (b) pemesinan kering (Sumber : www.iwu.fraunhofer.de, 2014)

Alasan kuat mengapa pemesinan kering mulai mendapat perhatian serius yaitu karena pada pemesinan basah, cairan hasil pemotongan yang telah habis masa pakainya sebagai buangan dari industri pemotongan logam dapat mengancam kelestarian lingkungan. Cairan pemotongan bekas ini biasanya hanya dimasukkan ke dalam kontainer dan di timbun di bawah tanah. Selain itu, masih banyak praktek yang membuang cairan pemotongan bekas langsung ke alam bebas. Hal ini tentu berdampak merusak terhadap lingkungan sekitar.

Pemesinan kering dilakukan terutama untuk menghindari pengaruh buruk bagi kesehatan seperti yang telah diterangkan diatas, dari sudut pandang inilah kita dapat menyimpulkan bahwa pemesinan kering termasuk dalam pemesinan yang

ramah lingkungan. Walaupun ada beberapa kelemahan dari proses pemesinan kering ini terutama gesekan antara permukaan benda kerja dengan pahat potong, pengeluaran geram yang dapat merusak benda kerja, serta suhu potong yang tinggi. Keuntungan lain dari penggunaan pemesinan kering adalah sebagai berikut.

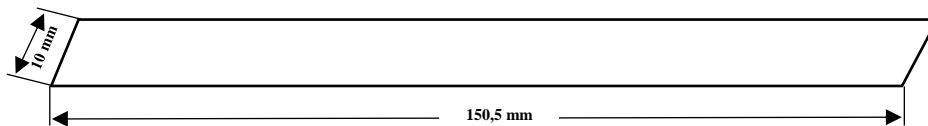
- a. Ramah lingkungan, karena tidak menggunakan cairan pendingin.
- b. Penanganan produk dan geram lebih mudah karena tidak tercampur dengan cairan pendingin yang dapat saja mengganggu kesehatan operator.
- c. Ongkos produksi lebih murah karena dapat mengurangi ongkos terhadap pembelian, penyimpanan dan penanganan limbah cairan pendingin.
- d. Tidak memerlukan pompa sebagai media penyemprotan pada cairan pendingin sehingga dapat menghemat penggunaan listrik.
- e. Dapat digunakan pada seluruh pengerjaan pemesinan dan juga dapat melakukan pemotongan dengan berbagai material dari yang lunak hingga keras.

2.4 Material Pahat

Prinsip dasar pemesinan adalah kemampuan ketangguhan (toughness) pahat terhadap benda kerja. Banyak perkembangan pada bahan pahat guna meningkatkan kemampuan mesin dimana geometri dan bahan pahat. Pahat yang baik harus memiliki sifat – sifat tertentu, sehingga nantinya dapat menghasilkan produk yang berkualitas baik (ukuran tepat) dan ekonomis (waktu yang diperlukan pendek). Kekerasan dan kekuatan pahat harus tetap bertahan meskipun pada temperatur tinggi, sifat ini dinamakan hot hardness.



Gambar 2.7 Pahat hss



Gambar 2.8 teknik Pahat hss

Ketahanan keausan sangat dibutuhkan yaitu ketahanan pahat melakukan pemotongan tanpa terjadi keausan yang cepat. Penentuan material pahat didasarkan pada jenis material benda kerja dan kondisi pemotongan (pengasaran, adanya beban kejut, penghalusan).

Jenis – jenis pahat yang dipakai pada proses pemesinan adalah:

1. HSS (high speed steel)
2. Baja carbon (high Carbon steel)
3. Karbida (Cemented Carbides)
4. CBN (Cubic Born Nitride)
5. Paduan Cor nonferro (Cast Nonferrus Alloys)
6. Intan (Sinteran Diamonds)
7. Keramik (Ceramics)

Pada pahat HSS (High Speed Steel) ini merupakan baja paduan tinggi dengan beberapa komposisi paduan utama yaitu Carbon(C), Tungsten(w), Molybdenum(mo), Kronium(Cr), Vanadium(V), Kobalt(Co). Pahat ini memiliki kekerasan yang cukup tinggi 83–86 HRa ditambah dengan ketahanan abrasi yang tinggi dan harga pahat ini juga murah. selain itu, pahat ini juga sering digunakan pada proses pemesinan yang menggunakan bahan-bahan material seperti : Aluminium, Baja Carbon, kayu dan plastik. [7]

2.5 Keausan Pahat

Pada dasarnya kecepatan pertumbuhan keausan menentukan laju saat berakhirnya masa guna pahat. Pertumbuhan keausan tepi pada umumnya mulai dengan pertumbuhan yang relatif cepat sesaat setelah pahat digunakan, diikuti pertumbuhan yang linier setaraf dengan bertambahnya waktu pemotongan (jumlah waktu yang digunakan untuk proses memotong), dan kemudian pertumbuhan yang cepat terjadi lagi. saat dimana pertumbuhan keausan cepat mulai berulang lagi dianggap sebagai batas umur pahat.[6]

Dalam proses pemesinan (turning), keausan pahat bisa disebabkan dalam beberapa faktor yaitu temperatur yang dihasilkan karena timbulnya gesekan antara pahat yang berkontak langsung pada material benda kerja. Keausan pahat juga tergantung pada jenis material pahat bubut yang digunakan, benda kerja yang dipilih, dan jenis fluida yang dipakai sebagai cairan pendingin (Kalpakjian,1980).

Pada Kondisi tekanan dan kontraksi pada permukaan benda kerja dan pahat, mempengaruhi keausan alat dan mekanisme keausan. Seluruh energi dari proses pemesinan ini diubah menjadi panas melalui kontak gesekan, pahat dengan benda

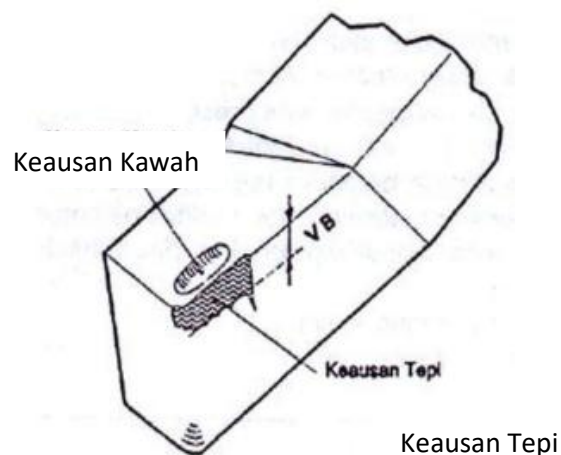
kerja dan antara geram dengan pahat. sebagian panas terbawa oleh geram yang dihasilkan, sebagian disalurkan ke pahat dan sebagiannya lagi di salurkan ke benda kerja menuju sekeliling permukaannya.

Sifat mendasar dari mekanisme keausan bisa sangat berbeda dalam kondisi yang berbeda. Dalam pemotongan logam, tiga bentuk utama keausan diketahui terjadi: keausan adhesi, abrasi, dan difusi.

- ***Keausan Adhesi:*** Keausan ini disebabkan oleh patahnya sambungan asperitas yang dilas antara kedua logam. Dalam pemotongan logam, sambungan antara chip dan material perkakas dibentuk sebagai bagian dari mekanisme gesekan; bila sambungan ini retak, pecahan kecil bahan perkakas dapat terkoyak dan terbawa ke bagian bawah keping atau ke permukaan benda kerja yang baru. Kondisi yang ada dalam pemotongan logam sangat cocok untuk keausan perekat karena permukaan material baru yang tidak terkontaminasi dengan film oksida terus diproduksi, dan ini memfasilitasi pembentukan sambungan asperitas yang dilas.

- ***Keausan Abrasi:*** Keausan terjadi ketika partikel keras di bagian bawah chip melewati permukaan pahat dan menghilangkan material pahat melalui aksi mekanis akibat tegangan kontak lokal yang tinggi. Partikel-partikel keras ini dapat berupa pecahan-pecahan yang sangat keras akibat regangan pada tepian yang tidak stabil, pecahan-pecahan material perkakas keras yang dihilangkan karena keausan adhesi, atau unsur-unsur keras dalam material kerja, termasuk kerak oksida pada permukaan kerja.

• **Keausan Difusi:** Difusi keadaan padat terjadi ketika atom dalam kisi kristal logam berpindah dari daerah dengan konsentrasi atom tinggi ke daerah dengan konsentrasi atom rendah. Proses ini bergantung pada suhu yang ada, dan laju difusi meningkat secara eksponensial seiring dengan peningkatan suhu. Dalam pemotongan logam, di mana terjadi kontak erat antara perkakas dan bahan kerja kemudian terjadi suhu dan tekanan kontak yang tinggi, difusi dapat terjadi ketika atom berpindah dari bahan perkakas ke bahan kerja, biasanya pada area di ujung pahat yang sesuai dengan lokasi suhu maksimum misalnya, perkakas karbida yang disemen yang digunakan untuk mengolah baja. Proses ini, yang terjadi dalam zona reaksi yang sangat sempit pada antarmuka antara kedua material dan menyebabkan melemahnya struktur permukaan pahat, dikenal sebagai keausan difusi. Hasil pemesinan berkecepatan tinggi suhu chip yang lebih tinggi, menjadikannya mode keausan yang semakin penting.



Gambar 2.9 (a). keausan kawan (Crater) dan (b). keausan tepi (Flank)

a) Keausan Flank

Flank wear atau keausan tepi terjadi pada bagian sisi pahat, biasanya disebabkan oleh gesekan yang terjadi antara bagian sisi pahat dan permukaan benda

kerja. Gesekan ini menyebabkan keausan pada lapisan di permukaan sisi pahat dan temperatur tinggi yang mempengaruhi sifat material dan alat potong.

b) Keausan Crater

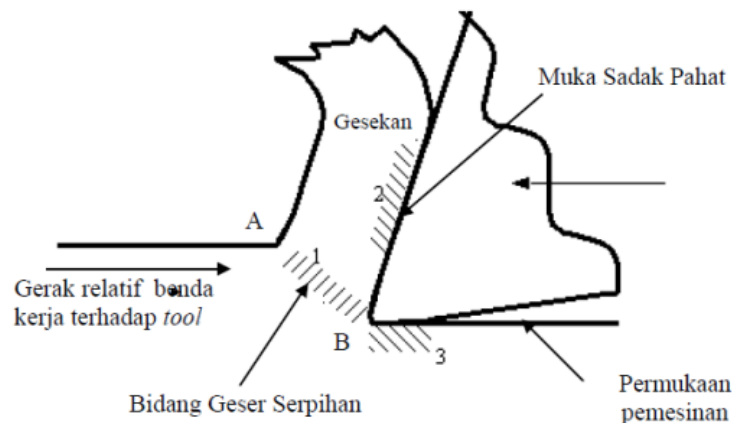
Crater wear atau keausan kawah terjadi pada permukaan penyapu (rake face) pahat. Faktor yang mempengaruhi keausan kawah diantaranya suhu antara pahat dan benda kerja saat pemotongan, daya tarik-menarik kimiawi dari pahat dan material benda kerja. Faktor yang mempengaruhi keausan tepi juga dapat mempengaruhi keausan kawah.

2.5.1 Bidang yang Mengalami Kerusakan/Keausan

Selama proses geram berlangsung, pahat dapat mengalami kegagalan dari fungsinya yang normal karena berbagai sebab antara lain :

- a. Keausan yang secara bertahap membesar (tumbuh) pada bidang aksi pahat.
- b. Retak yang menjalar sehingga menimbulkan patahan pada mata potong pahat.
- c. Deformasi plastik yang akan mengubah bentuk/geometri pahat.

Selama Proses pemotongan berlangsung, keausan tepi VB dan juga keausan kawah (KT) akan membesar (tumbuh) setaraf dengan bertambahnya waktu pemotongan t_c (min). Selama pemotongan, pahat mengalami beban tegangan setempat yang tinggi, suhu dan gesekan tinggi antara serpihan dan muka sadak pahat (secondary deformation zone) dan gesekan muka sisi (rusuk) sepanjang permukaan pemesinan (primary zone).



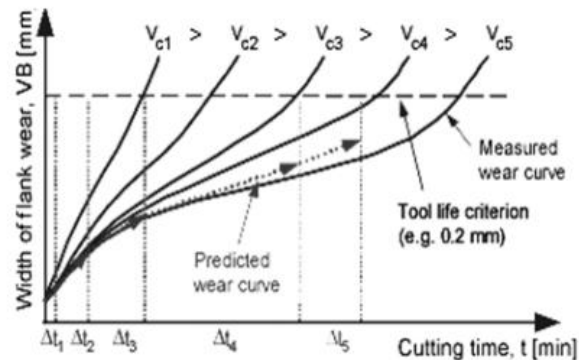
Gambar 2.10 Permukaan pemesinan dan bidang sadak

2.6 Umur Pahat

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa, umur pahat dapat didefinisikan sebagai lamanya waktu yang diperlukan untuk mencapai batas keausan yang ditetapkan. Saat proses permesinan berlangsung bahwa pahat telah mencapai batas keausan yang telah ditetapkan (umurnya) dari kriteria berikut :

- Adanya kenaikan gaya potong,
- Terjadinya getaran/chatter,
- Penurunan kehalusan permukaan hasil permesinan, dan/atau
- Perubahan dimensi/geometri produk.

Dengan menentukan kriteria saat habisnya umur pahat seperti di atas, maka umur pahat dapat ditentukan yaitu mulai dengan pahat baru (setelah diasah atau insert telah diganti) sampai pahat yang bersangkutan dianggap tidak bisa digunakan lagi. Dimensi umur dapat merupakan besaran waktu, yang dapat dihitung secara langsung maupun secara tidak langsung dengan mengkorelasikan terhadap besaran lain. Hal tersebut dimaksudkan untuk mempermudah prosedur perhitungan sesuai dengan jenis pekerjaan yang dilakukan.[8]



Gambar 2.11 Pertumbuhan Keausan Tepi untuk Gerak Makan Tertentu dan Kecepatan Potong yang Berbeda

Semakin besar keausan atau kerusakan terhadap pahat maka kondisi pahat akan semakin keritis. Jika pahat tersebut masih tetap digunakan maka pertumbuhan keausan semakin cepat dan pada suatu waktu saat ujung pahat sama sekali akan rusak. Kerusakan ini tidak boleh terjadi karena kerusakan pahat akan lebih tinggi, sehingga dapat merusak seluruh pahat, mesin perkakas dan benda kerja. Batas keausan yang diizinkan bagi pahat sebagai mana diterakan pada tabel 2.2.

Tabel 2.1 Batas Keausan Pahat yang diizinkan

Pahat	Benda Kerja	V_b (mm)
HSS	Baja dan Besi Tuang	0,3 s/d 0,8
Karbida	Baja	0,2 s/d 0,6
Karbida	Besi Tuang dan <i>Non Ferrous</i>	0,4 s/d 0,6
Keramik	Baja dan Besi Tuang	0,3

Sumber [9]

Standar ISO 3685, 1993 memberikan suatu definisi untuk aus pahat seperti perubahan bentuk pahat dari bentuk asli ke bentuk pahat terdeformasi selama proses

pemotongan. Sifat - sifat yang harus dimiliki pahat adalah kekerasan, ketangguhan, ketahanan panas dan keausan rendah. Aus pahat merupakan proses yang terjadi secara berangsur – angsur seperti menumpulkan ujung pensil yang digunakan terus menerus untuk menulis, kadar keausan bergantung kepada bahan pahat dan benda kerja yang terpotong. Suhu permukaan bidang aktif pahat menentukan keausan yang disebabkan oleh mekanisme difusi dan deformasi. Untuk harga yang tetap bagi batas dimensi keausan dan penampang gram, serta kombinasi pahat dan benda kerja yang tertentu.

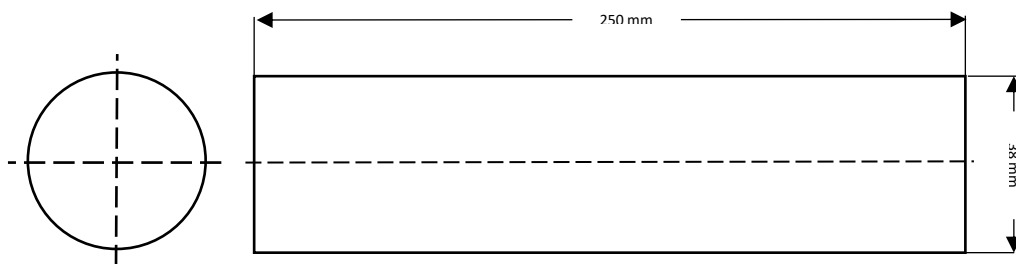
2.7 Aluminium 6061

Aluminium ialah unsur kimia. Lambang aluminium ialah Al, dan nomor atomnya 13. Aluminium ialah logam paling berlimpah. Aluminium bukan merupakan jenis logam berat, tetapi merupakan elemen yang berjumlah sekitar 8% dari permukaan bumi dan paling berlimpah ketiga.

Sifat teknik bahan aluminium murni dan aluminium paduan dipengaruhi oleh konsentrasi bahan dan perlakuan yang diberikan terhadap bahan tersebut. Aluminium terkenal sebagai bahan yang tahan terhadap korosi. Hal ini disebabkan oleh fenomena pasivasi, yaitu proses pembentukan lapisan aluminium oksida di permukaan logam aluminium segera setelah logam terpapar oleh udara bebas. Lapisan aluminium oksida ini mencegah terjadinya oksidasi lebih jauh. Namun, pasivasi dapat terjadi lebih lambat jika dipadukan dengan logam yang bersifat lebih katodik, karena dapat mencegah oksidasi aluminium.



Gambar 2.12 Aluminium 6061



Gambar 2.13 Teknik Aluminium 6061

Aluminium 6061 adalah paduan aluminium yang mengandung magnesium dan silikon sebagai elemen paduan utamanya. Awalnya disebut "Alloy 61S", ini dikembangkan pada tahun 1935. Ini memiliki sifat mekanik yang baik, menunjukkan kemampuan las yang baik, dan sangat umum diekstrusi (kedua dalam popularitas hanya 6063). Ini adalah salah satu paduan aluminium yang paling umum untuk keperluan umum.

Alumunium ini umumnya tersedia dalam kelas pra-tempered seperti 6061-O (anil), nilai tempered seperti 6061-T6 (usia dioptimalkan dan buatan) dan 6061-T651 (solusi, peregangan bebas stres dan usia buatan).

2.8 Penelitian Terlebih Dahulu

Dalam penelitian ini, penelitian terdahulu sebagai tolak ukur dan acuan untuk melaksanakannya sehingga dapat memperkaya teori yang digunakan dalam mengkaji penelitian yang dilakukan. Digunakan 5 (lima) penelitian terdahulu sebagai referensi untuk memperkaya bahan kajian pada penelitian ini. Berikut merupakan penelitian terdahulu berupa jurnal terkait dengan penelitian yang dilakukan, yaitu sebagai berikut:

1. Dari pengujian yang telah dilakukan sebelumnya oleh Agus Suprpto pada September 2013 yang berjudul Karakteristik Keausan dan Umur Pahat HSS Hasil Quenching Melalui Pendinginan Nitrogen pada Proses Pembubutan Al-T-6061. Hasil penelitiannya, Pada Umur pahat terlama 0,99 menit ($V_c = 34,56$ m/menit), kedalaman potong $a = 0,3$ mm, gerak makan (f) : 0,1 mm/put, umur pahat terpendek 0,93 menit ($V_c = 51,84$ m/menit), kedalaman potong $a = 0,5$ mm. Persamaan umur pahat Taylor diperoleh eksponen $n_{maksimu} = 0,043$ pada $a = 0,3$ mm, dan $n_{min} = 0,0254$ pada $a = 1,0$ mm, nilai persamaan Taylor adalah $.V.T^{0,043} = 86,51$ (maks) untuk kecepatan potong $V_c = 34,56$ m.menit dan $V.T^{0,0254} = 86,51$ (min), untuk kecepatan potong $V_c = 86,39$ m/menit.[10]
2. Dari pengujian yang telah dilakukan sebelumnya oleh Athanasius P Bayuseno pada April 2010 yang berjudul KAJIAN PUSTAKA TENTANG KEAUSAN PADA PAHAT BUBUT. Hasil penelitiannya, Bahwa faktor kecepatan potong sangat berpengaruh terhadap umur pahat, semakin besar kecepatan potongnya

maka umur pahat akan semakin cepat berkurang. Untuk memperpanjang umur pahat perlu digunakan media pendingin.[11]

3. Dari pengujian yang telah dilakukan sebelumnya oleh Bayu Utama Neris pada November 2020 yang berjudul PENGARUH RADIUS MATA POTONG PAHAT HSS DAN KOMBINASI PARAMETER PEMOTONGAN TERHADAP KEAUSAN PAHAT PADA PROSES BUBUT ALUMINIUM. Hasil penelitiannya, Walaupun secara teoritis kedalaman potong aksial yang tinggi ($a_p = 4,8$ mm) tinggi, akan menyebabkan penampang geram sebelum terpotong besar yang berpengaruh terhadap tingginya gaya pemotongan dan berdampak kepada tingginya keausan pahat, akan tetapi kalau diimbangi dengan mempergunakan pahat yang memiliki mata potong yang relatif tajam ($r_\epsilon = 20\mu\text{m}$) maka akan membantu mengurangi tingkat keausan dari pahat. Sebaliknya walau mempergunakan kedalaman potong rendah ($a_p = 2,39$) dan didukung oleh gerak makan yang rendah, pahat akan mengalami beban yang besar disebabkan radius mata potong yang besar. Atau dengan kata lain mempergunakan pahat yang cenderung tumpul.[12]
4. Dari pengujian yang telah dilakukan sebelumnya oleh Muhammad Rahmat pada Agustus 2019 yang berjudul Analisa Pengaruh Variasi Parameter Pemotongan Dan Pendingin Terhadap Tingkat Keausan Pahat End Mill HSS Hasil Pemesinan CNC Router Milling Pada Aluminium Sheet 1100. Hasil penelitiannya, Dari analisis metode Taguchi Signal To Noise Ratios Smaller Is Better, dapat disimpulkan bahwa penggunaan gerak makan yang rendah, kedalaman potong yang kecil akan mengurangi tingkat keausan pahat, begitu

pula sebaliknya. berdasarkan analisa respon table dan grafik Signal To Noise Ratios Smaller Is Better, respon tingkat keausan pahat terkecil adalah gerak makan pada level 1 yaitu 30 mm/min, kedalaman potong pada level 1 yaitu 0,5 mm, pendingin pada level 3 yaitu oli. Dan respon tingkat keausan pahat terbesar adalah gerak makan pada level 3 yaitu 50 mm/min, kedalaman potong pada level 3 yaitu 1,5 mm, pendingin pada level 1 yaitu udara.[13]

5. Dari pengujian yang telah dilakukan sebelumnya oleh Sudjatmik pada September 2013 yang berjudul Karakteristik Keausan dan Umur Pahat HSS Hasil Quenching Melalui Pendinginan Nitrogen pada Proses Pembubutan Al-T-6061. Hasil penelitiannya, Karakteristik keausan pahat yang paling sering tumbuh, pada proses Abrasif, Abrasi, Difusi dan Keausan [tepi (VB) dan kawah (KT)/tidak nampak dan BUE (Built Edge Up), penyebab penurunan kecepatan potong (V_c1) akan mempercepat terjadinya keausan tepi pahat (VB), sehingga umur pahat akan naik. Pada kecepatan potong yang sedang (V_c2) pertumbuhan keausan tepi (VB) akan lambat seiring dengan berkurangnya waktu pemotongan, akibat adanya gaya pemotongan yang terjadi bertambah kecil. [14]