

TUGAS SARJANA
KONSTRUKSI DAN MANUFAKTUR
ANALISA KEAUSAN PAHAT BUBUT SEBELUM DAN
SESUDAH DI KARBURASI MENGGUNAKAN
SERBUK ARANG CANGKANG KELAPA SAWIT

*Diajukan Sebagai Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T)
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun oleh :

NAMA : Zulfahmi
NPM : 1107230215



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2017

ABSTRAK

Selama proses permesinan berlangsung terjadi interaksi antara pahat dengan benda kerja dimana benda kerja terpotong sedangkan pahat mengalami gesekan. Gesekan yang dialami pahat oleh permukaan geram yang mengalir dan permukaan benda kerja yang telah terpotong. Keausan pahat ini akan makin membesar sampai batas tertentu sehingga pahat tidak dapat dipergunakan lagi atau pahat telah mengalami kerusakan. Umur pahat merupakan suatu data permesinan yang sangat penting dalam perencanaan permesinan. Dalam penelitian ini dijelaskan percobaan menentukan umur dan keausan pahat karbida untuk membubut baja paduan (S45C), sehingga dapat dimanfaatkan untuk melengkapi data permesinan mengenai umur pahat. Penelitian dilakukan dengan memperhatikan pengaruh kondisi pemotongan, dimana kecepatan potong divariasikan sedangkan kondisi pemotongan lain, seperti gerak makan dan kedalaman pemakanan tetap. Tujuan penelitian ini adalah menentukan umur pahat karbida yang digunakan untuk memotong baja paduan. Metoda grafik digunakan untuk analisa percobaan, untuk mendapatkan nilai eksponen n ($n=0,378$) dan konstanta umur Pahat Taylor CT ($CT = 379$). Persamaan umur Pahat Taylor yang dihasilkan adalah $VT^{0,378}=379$. Hasil penelitian mendapatkan umur pahat untuk kecepatan potong rendah adalah 140.33 menit dan pada kecepatan potong tinggi 14,756 menit.

Kata kunci: *Pahat potong karbida, baja paduan, cangkang kelapa sawit, keausan pahat, pembubutan*

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Warrahmatullahi. Wabarakatuh.

Puji Syukur Alhamdulillah kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga Penulis dapat menyelesaikan Tugas sarjana ini sebagai syarat untuk menyelesaikan program studi S-1 pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Adapun judul yang penulis ambil pada tugas sarjana adalah **“ANALISA KEAUSAN PAHAT KARBIDA SEBELUM DAN SESUDAH DI KARBURASI MENGGUNAKAN CANGKANG KELAPA SAWIT ”**.

Dalam menyelesaikan tugas sarjana ini penulis telah berusaha untuk mendapat hasil yang sebaik - baiknya. Namun tidak terlepas dari kehilafan dan kekurangan, untuk itu penulis dengan segala kerendahan hati menerima kritik dan saran yang bersifat membangun dari para pembaca demi kesempurnaan tulisan dan kesempurnaan Tugas Sarjana ini.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terimah kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Rahmatullah S.T., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik UMSU yang telah memberikan perhatian sehingga tugas sarjana ini dapat diselesaikan.
2. Bapak Affandi S.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin yang telah memberikan perhatian sehingga tugas sarjana ini dapat terselesai dengan baik.
3. Bapak dan Ibu dosen penguji yang telah bersedia hadir dan mengoreksi skripsi saya.
4. Orang tua dan keluarga saya yang telah memberi dukungan penuh kepada saya sehingga skripsi dapat selesai.
5. Dan teman-teman saya yang bersusah payah mengorbankan waktunya untuk membantu dan melancarkan skripsi ini.

Akhir kata, semoga Tugas Sarjana ini dapat bermanfaat terutama bagi penulis sendiri dan juga semua pembaca. Apabila ada kesalahan, semata-mata kekhilafan penulis, sedangkan kebenaran semuanya hanyalah milik Allah SWT.

Bilahihsabilihq, fastabiqul khairat.

Wasalamu'alaikumWarrahmatullahi.Wabarakatuh.

Medan, 2017
Penulis,

ZULFAHMI
1107230215

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	viii
BAB 1 : PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	3
1.4.1 Tujuan Umum	3
1.4.2 Tujuan Khusus	3
1.5 Manfaat	3
1.6 Sistematika Penulis	3
BAB 2: TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Definisi Keausan	5
2.2 Penjelasan dari Mekanisme Keausan	6
2.2.1 Keausan Adhesive (Adhesive Wear)	6
2.2.2 Keausan Abrasif (Abrasive Wear)	7
2.2.3 Keausan Lelah (Fatigue Wear)	8
2.2.4 Keausan Oksidasi/Korosif (Corrosive Wear)	9
2.2.5 Keausan Erosi (<i>Erosion Wear</i>)	10
2.3 Klasifikasi Proses Permesinan	10
2.4 Mesin Bubut (<i>Turning</i>)	11
2.4.1 Bagian - Bagian Utama Mesin Bubut	12
2.5 Pengertian Pahat Bubut (<i>Turning</i>)	13
2.6 Material Pahat Bubut	13
2.7 Macam-Macam Pahat Bubut	14

2.7.1 Baja Karbon	14
2.7.2 Baja Kecepatan Tinggi	14
2.7.3 Paduan Cor <i>Nonferro</i>	16
2.7.4 Karbida	17
2.7.5 Keramik (<i>Ceramics</i>)	18
2.7.6 <i>Cubic Boron Nitride (CBN)</i>	19
2.7.7 Intan	19
2.8 Sifat – Sifat Material Bubut	20
2.9 Pengerasan Permukaan (<i>Surface Hardening</i>)	23
2.10 Karburasi Padat atau <i>Pack Carburizin</i>	24
2.11 Pengujian Vickers	27
2.12 Pengujian Struktur Mikro	29
BAB 3: METODE PENELITIAN	34
3.1 Waktu dan Tempat	34
3.1.1. Tempat Penelitian	34
3.1.2. Waktu Penelitian	34
3.2 Diagram Alur Penelitian	34
3.3 Penelitian	43
3.4 Bahan Pengamatan	36
3.5 Bahan Pendukung	37
3.6 Alat dan Peralatan Penelitian	38
3.7 Pengujian Spesimen	39
3.7.1 Pengujian Vickers	39
3.7.2 Pengujian Mikro	40
3.8 Proses Alat Pendukung Pengujian Spesimen	42
3.9 Proses Pengujian Pahat	44
3.9.1 Mesin Bubut Konvensional	44
3.9.2 Proses Pengujian	45
BAB 4: HASIL DAN PEMBAHASAN	46
4.1 Hasil Pengujian Struktur Mikro	46

4.2 Hasil Pengujian Kekerasan Vickers	47
4.2.1 Pengujian Kekerasan Vickers Sebelum di Karburasi	47
4.2.2 Pengujian Kekerasan Sesudah di Karburasi	48
4.3 Hasil dan Pembahasan	50
4.4 Fenomena Keausan Pahat Karbida	50
BAB 5 KESIMPULAN & SARAN	50
5.1 Kesimpulan	50
5.2 Saran	50
DAFTAR PUSTAKA	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 2.1 Keausan Metode Adhesive	6
Gambar 2.2 Keausan Metode	8
Gambar 2.3 Mekanisme Keausan	9
Gambar 2.4 Mekanisme Keausan Oksidasi/Korosif	10
Gambar 2.5 Keausan Erosi	10
Gambar 2.6 Beberapa Macam Permesinan	11
Gambar 2.7 Bagian – Bagian Mesin Bubut	12
Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian	29
Gambar 3.2 Spesimen	30
Gambar 3.3 Pahat Bubut Karbida Sebelum dan Sesudah di Karburasi	31
Gambar 3.4 Benda Kerja Tipe s45c	32
Gambar 3.5 Dudukan Pahat	32
Gambar 3.6 Sigmat/Jangka Sorong	33
Gambar 3.7 Alat Uji Vickers	33
Gambar 3.8 Pengujian Mikro	34
Gambar 3.9 Cetakan Kaca	34
Gambar 3.10 Micropolish Alumina	35
Gambar 3.11 Posisi Pahat	36
Gambar 3.12 Pahat Setelah di Amplas	37
Gambar 3.13 Mesin Bubut Konvensional	38
Gambar 4.1 Foto Hasil Pengujian Struktur Mikro Sebelum di Karburasi	46
Gambar 4.2. Foto Hasil Pengujian Struktur Mikro Setelah di Karburasi	41
Gambar 4.3 Titik Pengujian Vickers Sebelum di Karburisasi	42
Gambar 4.4 Titik Pengujian Vickers Setelah di Karburisasi	43
Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Karburisasi	45
Gambar 4.6 Grafik Hasil Pengujian Pahat Sebelum & Sesudah Dikarbulasi	45
Gambar 4.7 Mekanisme Abrasif	46
Gambar 4.8 Akibat Mekanisme Adhesi	47
Gambar 4.9 Bidang Geram & Bidang Utama	49

DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 3.1 Jadwal Waktu Penelitian	28
Tabel 4.1 Tabel 4.1 Hasil Pengujian kekerasan Vickers Sebelum di Karburasi	42
Table 4.2 Hasil Pengujian Kekerasan Specimen Setelah di karburasi	48
Table 4.3 Variabel Kecepatan Potong (VK) dan Tingkatannya	50
Tabel 4.4 Data Hasil Pengujian Pahat Sebelum Dikarbulasi	44
Table 4.5 Data Hasil Pengujian Pahat Sesudah Dikarbulasi	45

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perlakuan panas kimiawi merupakan proses yang digunakan untuk memperoleh sifat yang berbeda pada permukaan dan bagian tengah komponen. Kondisi demikian kadang diperlukan pada komponen yang harus keras permukaannya dan tahan aus, tetapi bagian tengahnya lebih liat dan tangguh. Kombinasi sifat ini menjamin komponen memiliki ketahanan aus yang cukup untuk memberi umur pakai lebih lama di samping cukup tangguh terhadap kejutan.

Karburasi atau *Carburizing* adalah proses perlakuan termokimia, umumnya diterapkan pada jenis baja yang mudah dikeraskan. Dengan demikian agar baja tersebut dapat dikeraskan permukaannya, komposisi karbon pada baja harus berkisar antara 0,3 sampai 0,9 % karbon. Bila lebih dari 0,9 % harus dihindarkan karena dapat menimbulkan pengelupasan dan bahkan keretakan.

Proses penambahan karbon (*Carburizing*) pada pahat bubut, bertujuan untuk menambah kandungan karbon agar bisa ditingkatkan kekerasannya. Salah satu media pengkarbonan yang berbentuk padat adalah arang cangkang sawit.

Selama proses permesinan berlangsung terjadi interaksi antara pahat dengan benda kerja dimana benda kerja terpotong sedangkan pahat mengalami gesekan. Gesekan yang dialami pahat oleh permukaan geram yang mengalir dan permukaan benda kerja yang telah terpotong. Akibat gesekan ini pahat mengalami keausan. Keausan pahat ini akan makin membesar sampai batas tertentu sehingga

pahat tidak dapat dipergunakan lagi atau pahat telah mengalami kerusakan. Lamanya waktu untuk mencapai batas keausan ini yang didefinisikan sebagai umur pahat (*Tool Life*).

Data mengenai umur pahat ini sangat diperlukan dalam perencanaan proses permesinan suatu komponen/produk. Contoh pada produksi komponen beberapa pahat harus diganti, ini dapat diketahui dengan menghitung waktu total yang diperlukan untuk memotong satu produk kemudian dibandingkan dengan umur pahat yang dipakai. Contoh lain sampai batas keausan yang bagaimana dari pahat sehingga tidak mengganggu ketelitian produk yang dihasilkan, karena diketahui bahwa pahat yang mengalami keausan akan mempengaruhi ketelitian produk yang dihasilkan.

1.2. Rumusan Masalah

Bagaimana analisa keausan mata pahat bubut sebelum dan sesudah di karburasi menggunakan serbuk arang cangkang kelapa sawit

1.3. Batasan Masalah

1. Material yang digunakan adalah pahat bubut sisipan
2. Proses penambahan carbon menggunakan metode *pack carburizing* dari bubuk arang cangkang sawit dengan temperatur 900°C.
3. Umur pahat biasanya ditentukan berdasarkan seberapa besar keausan yang terjadi pada profil pahat
4. Pengujian yang dilakukan setelah di karburasi yaitu : Vickers dan uji mikro.

1.4. Tujuan

1.4.1. Tujuan Umum

Untuk menganalisa keausan mata pahat bubut sebelum dan sesudah di karburasi menggunakan serbuk arang cangkang kelapa sawit.

1.4.2. Tujuan Khusus

Untuk mengetahui perbandingan keausan mata pahat bubut sebelum dan setelah di karburasi menggunakan media serbuk arang cangkang kelapa sawit dan barium karbonat.

1.5. Manfaat

1. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dan dapat dijadikan acuan dalam pembuatan komponen-komponen mesin.

-
2. Dari data-data ini nantinya dapat menjadi referensi bagi peneliti selanjutnya tentang proses keausan path bubut .

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Keausan

Secara definisi, adalah hilangnya sejumlah lapisan permukaan material karena adanya gesekan antara permukaan padatan dengan benda lain. Definisi gesekan itu sendiri adalah gaya tahan yang menahan gerakan antara 2 permukaan solid yang bersentuhan maupun solid dengan liquid. Keausan pada dasarnya memiliki beberapa mekanisme, yaitu Abrasi, Erosi, Adhesi, Fatik dan Korosi. Secara umum, mekanisme keausan dapat dijelaskan sebagai berikut. Ketika terjadi kontak antara 2 permukaan material, Bagian kasar dari suatu material akan terlibat kontak. Saat Beban ditambahkan, Bagian kasar pada logam akan terdeformasi secara plastis dan menghasilkan sub-shear zone.

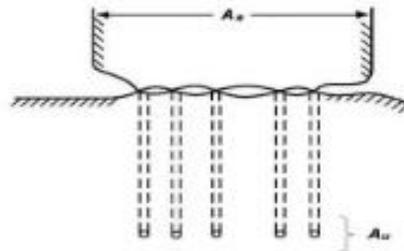
Keausan merupakan hal yang biasa terjadi pada setiap material yang mengalami gesekan dengan material lain. Keausan bukan merupakan sifat dasar material, melainkan response material terhadap sistem luar (kontak permukaan). Material apapun dapat mengalami keausan disebabkan oleh mekanisme yang beragam.

Sebagaimana telah disebutkan pada bagian pengantar, material jenis apapun akan mengalami keausan dengan mekanisme yang beragam, yaitu keausan adhesive, keausan abrasive, keausan fatik, dan keausan oksidasi.

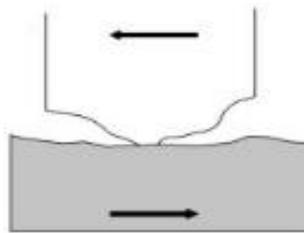
2.2 Penjelasan dari Mekanisme Keausan

2.2.1 Keausan Adhesive (*Adhesive Wear*)

Terjadi bila kontak permukaan dari dua material atau lebih mengakibatkan adanya perlekatan satu sama lainnya (adhesive) serta deformasi plastis dan pada akhirnya terjadi pelepasan/pengoyakan salah satu material seperti di perlihatkan pada gambar 1 di bawah ini :



Gambar 4.2. Ilustrasi skematis keausan adhesive



Gambar 2.1 Keausan Metode Adhesive

Faktor yang menyebabkan *adhesive wear* :

1. Kecenderungan dari material yang berbeda untuk membentuk larutan padat atau senyawa intermetalik.
2. Kebersihan permukaan.

Jumlah wear debris akibat terjadinya aus melalui mekanisme adhesif ini dapat dikurangi dengan cara, antara lain :

1. Menggunakan material keras.
2. Material dengan jenis yang berbeda, misal berbedastruktur kristalnya.

2.2.2 Keausan Abrasif (*Abrasive Wear*)

Terjadi bila suatu partikel keras (*asperity*) dari material tertentu meluncur pada permukaan material lain yang lebih lunak sehingga terjadi penetrasi atau pemotongan material yang lebih lunak, seperti diperlihatkan pada Gambar 3 di bawah ini. Tingkat keausan pada mekanisme ini ditentukan oleh derajat kebebasan (*degree of freedom*) partikel keras atau *asperity* tersebut.

Sebagai contoh partikel pasir silica akan menghasilkan keausan yang lebih tinggi ketika diikat pada suatu permukaan seperti pada kertas amplas, dibandingkan bila partikel tersebut berada di dalam sistem slurry. Pada kasus pertama, partikel tersebut kemungkinan akan tertarik sepanjang permukaan dan akhirnya mengakibatkan pengoyakan. Sementara pada kasus terakhir, partikel tersebut mungkin hanya berputar (*rolling*) tanpa efek abrasi.

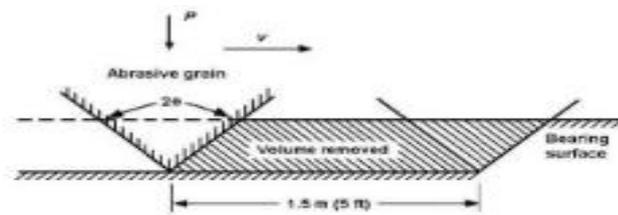
Faktor yang berperan dalam kaitannya dengan ketahanan material terhadap *abrasive wear* antara lain:

- a. Material hardness
- b. Kondisi struktur mikro
- c. Ukuran abrasive
- d. Bentuk

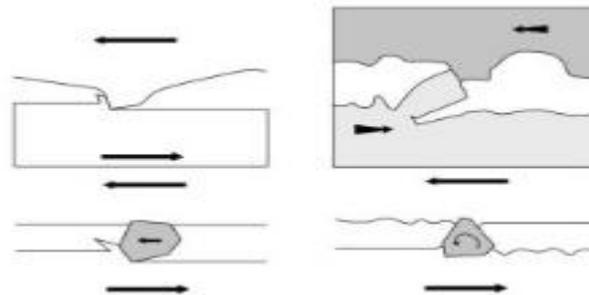
Abrasif Bentuk kerusakan permukaan akibat *abrasive wear*, antara lain :

- a. *Scratching*
- b. *Scoring*

c. Gouging



Gambar 4.4. Ilustrasi skematis keausan abrasif



Gambar 2.2 Keausan Metode Abrasive

2.2.3 Keausan Lelah (*Fatigue Wear*)

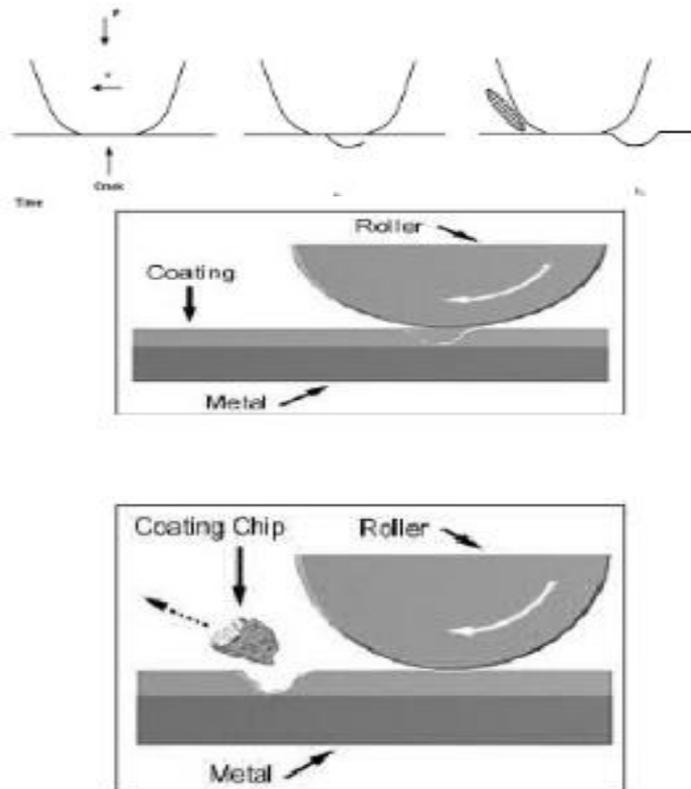
Merupakan mekanisme yang relative berbeda dibandingkan dengan dua mekanismesebelumnya, yaitu dalam hal interaksi permukaan. Baik keausan adhesive maupun abrasive / melibatkan hanya satu interaksi, sementara pada keausan fatik dibutuhkan interaksi multi.

Keausan ini terjadi akibat interaksi permukaan dimana permukaan yang mengalami beban berulang akan mengarah pada pembentukan retak – retak mikro.

Retak meretak mikroter sebut pada akhirnya menyatu dan menghasilkan pengelupasan material. Tingkat keausan sangat bergantung pada tingkat pembebanan. Adapun skema mekanisme keausan lelah, perhatikan gambar berikut.

Fig. 5(a) Mechanism of fatigue wear

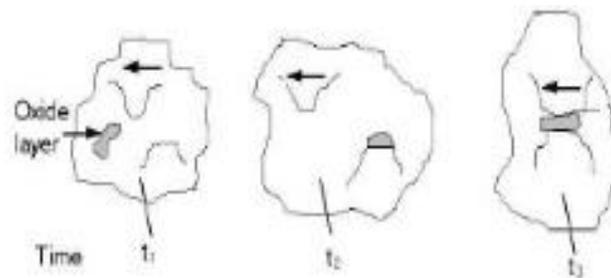
At time t_1 , a crack forms. With subsequent engagement, crack propagates to t_2 . After sufficient cycles, crack propagates to surface, and a base particle is formed. Source: Ref [2]



Gambar 2.3 Mekanisme Keausan

2.2.4 Keausan Oksidasi/Korosif (*Corrosive Wear*)

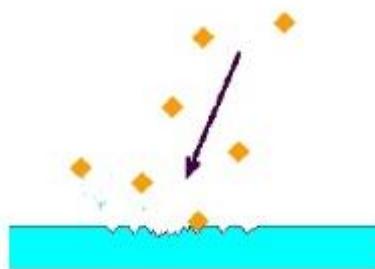
Proses kerusakan dimulai dengan adanya perubahan kimiawi material di permukaan oleh faktor lingkungan. Kontak dengan lingkungan ini menghasilkan pembentukan lapisan pada permukaan dengan sifat yang berbeda dengan material induk. Sebagai konsekuensinya, material akan mengarah kepada perpatahan interface antara lapisan permukaan dan material induk dan akhirnya seluruh lapisan permukaan itu akan tercabut. Adapun gambar mekanisme Keausan Oksidasi/Korosif sebagai berikut.



Gambar 2.4 mekanisme Keausan Oksidasi/Korosif

2.2.5 Keausan Erosi (*Erosion Wear*)

Proses erosi disebabkan oleh gas dan cairan yang membawa partikel padatan yang membentur permukaan material. Jika sudut benturannya kecil, keausan yang dihasilkan analog dengan abrasive. Namun, jika sudut benturannya membentuk sudut gaya normal (90 derajat), maka keausan yang terjadi akan mengakibatkan brittle failure pada permukaannya, skematis pengujiannya seperti terlihat pada gambar di bawah ini :



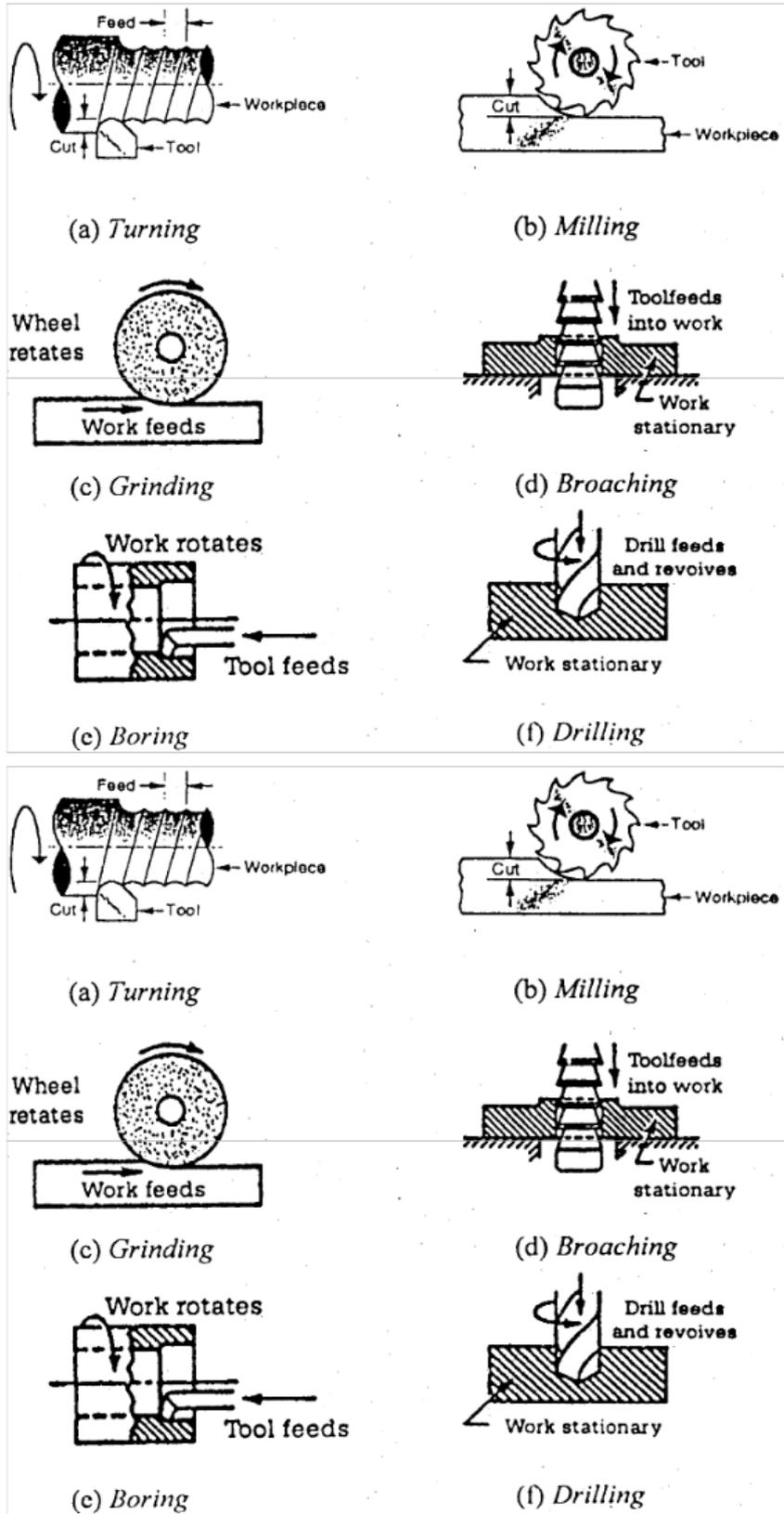
Gambar 2.5 Keausan Erosi

2.3 Klasifikasi Proses Permesinan

Marsyahyo (2003), menyebutkan ada beberapa cara untuk menghasilkan suatu produk yang diinginkan yaitu dengan suatu proses permesinan, antara lain :

- a. Turning.

- b. Milling
- c. Grinding
- d. Broaching
- e. Boring
- f. Drilling



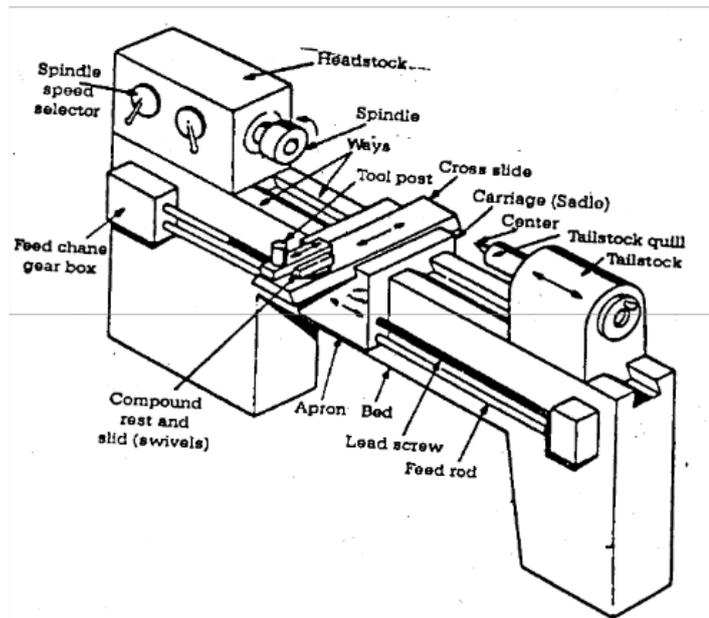
Gambar 2.6 Beberapa Macam Proses Permesinan

2.4 Mesin Bubut (*Turning*)

Marsyahyo (2003), menyatakan bahwa mesin bubut merupakan mesin perkakas untuk proses pemotongan logam (*metal cutting process*). Operasi dasar dari mesin bubut adalah melibatkan benda kerja yang berputar dan *cutting tool*-nya bergerak linier. Kekhususan operasi mesin bubut adalah digunakan untuk memproses benda kerja dengan hasil atau bentuk penampang lingkaran atau benda kerja berbentuk silinder.

2.4.1 Bagian - Bagian Utama Mesin Bubut

- a. Spindel : bagian yang berputar (terpasang pada headstock) untuk memutar chuck (pencekam benda kerja).
- b. Headstock : bagian dimana transmisi penggerak benda.
- c. Tailstock : bagian yang berfungsi untuk mengatur center atau pusat atau titik tengah yang dapat diatur untuk proses bubut parallel maupun taper.
- d. Carriage (sadel) : bagian ini berfungsi menghantarkan *cutting tool* (yang terpasang pada tool post) bergerak sepanjang meja bubut saat operasi pembubutan berlangsung.
- e. Bed : meja dimana headstock, tailstock, dan bagian lainnya terpasang kuat dimeja ini.



Gambar 2.7 Bagian-Bagian Mesin Bubut

2.5 Pengertian Pahat Bubut

Pahat bubut adalah alat potong yang berfungsi untuk memotong atau menyayat benda kerja pada proses pembubutan, karena pahat bubut dengan berbagai jenisnya dapat membuat benda kerja dengan berbagai bentuk sesuai tuntutan pekerjaan misalnya, dapat digunakan untuk membubut permukaan, rata, bertingkat, alur, tirus, memperbesar lubang, ulir dan memotong. Kemampuan atau performa pahat bubut dalam melakukan pemotongan sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya, jenis bahan atau material yang digunakan, geometris pahat bubut, sudut potong pahat bubut dan teknik penggunaannya. Apabila beberapa faktor tersebut diatas dapat terpenuhi berdasarkan standar yang telah ditentukan, maka pahat bubut akan maksimal kemampuannya.

2.6 Material Pahat Bubut

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini begitu pesat terutama dalam industri manufaktur atau permesinan, sehingga sudah banyak diciptakan variasi jenis dan sifat material, baik untuk alat potong pahat bubut atau bahan material.

Pada awalnya manusia hanya mampu membuat alat potong pahat bubut dari jenis baja karbon, kemudian ditemukan unsur atau paduan yang lebih keras sampai ditemukannya material alat potong pahat bubut yang paling keras yaitu *diamond*. Unsur-unsur yang berpengaruh terhadap performa alat potong atau pahat bubut diantaranya: *Tungsten/Wolfram (W)*, *Chromium (Cr)*, *Vanadium (V)*, *Molybdenum (Mo)* dan *Cobalt (Co)*.

Sifat yang diperlukan untuk sebuah alat potong tidak hanya kerasnya saja, akan tetapi masih ada sifat lain yang diperlukan untuk membuat suatu alat potong memiliki performa yang baik misalnya, bagaimana ketahanan terhadap gesekan, ketahanan terhadap panas, ketahanan terhadap benturan, dan lain sebagainya.

2.7 Macam-Macam Pahat Bubut

Macam-macam pahat bubut dilihat dari jenis bahan material yang digunakan meliputi:

2.7.1 Baja Karbon

Yang termasuk dalam kelompok baja karbon adalah *High Carbon Steel (HCS)* dan *Carbon Tool Steels (CTS)*. Baja jenis ini mengandung karbon yang relative tinggi (0,7% – 1,4% C) dengan prosentasi unsur lain relatif rendah yaitu

Mn, W dan Cr masing-masing 2% sehingga mampu memiliki kekerasan permukaan yang cukup tinggi.

Dengan proses perlakuan panas pada suhu tertentu, struktur bahan akan bertransformasi menjadi martensit dengan hasil kekerasan antara 500 ÷ 1000 HV. Karena *martensitik* akan melunak pada temperature sekitar 250°C, maka baja karbon jenis ini hanya dapat digunakan pada kecepatan potong yang rendah (10 m/menit) dan hanya dapat digunakan untuk memotong logam yang relatif kurang keras.

2.7.2 Baja Kecepatan Tinggi

Pada sekitar tahun 1898, diciptakan jenis baja paduan tinggi dengan unsur paduan *Crome (Cr)* dan *Tungsten/ Wolfram* dengan melalui proses penuangan (*molten metallurgy*) selanjutnya dilakukan pengerolan atau penempaan dibentuk menjadi batang segi empat atau silinder.

Baja pahat HSS memiliki kandungan karbon yang relative lebih tinggi dibandingkan material tool steel lainnya yaitu berkisar 1,5 ~ 2,0% C. Unsur-unsur paduan utama yang terdapat dalam material HSS yang akan membentuk karbida yaitu Tungsten, Molydenum, Vanadium, Chromium Unsur Nikel dan manganese tidak terlalu banyak digunakan yaitu berkisar 0,2 ~ 0,5% yang digunakan untuk alat-alat potong. Disebut *high speed steel* karena alat potong yang dibuat dengan material tersebut dapat dioperasikan dua kali lebih cepat dibanding dengan carbon steel.

Pada kondisi masih bahan (*raw material*), baja tersebut diproses secara pemesinan menjadi berbagai bentuk pahat bubut. Setelah proses perlakuan panas

dilaksanakan, kekerasannya akan menjadi cukup tinggi sehingga dapat digunakan untuk kecepatan potong yang tinggi yaitu sampai dengan tiga kali kecepatan potong pahat CTS. Baja Kecepatan Tinggi (*High Speed Steel – HSS*) apabila dilihat dari komposisinya dapat dibagi menjadi dua yaitu, Baja Kecepatan Tinggi (*High Speed Steel – HSS*) Konvensional dan Baja Kecepatan Tinggi (*High Speed Steel – HSS*) Spesial.

HSS Konvensional: Baja Kecepatan Tinggi (HSS) Konvensional, terbagi menjadi dua yaitu:

1. *Molibdenum HSS*
2. *Tungsten HSS*

HSS Spesial: Baja Kecepatan Tinggi Konvensional (HSS) Spesial, terbagi menjadi enam yaitu:

1. *Cobalt Added HSS*
2. *High Vanadium HSS*
3. *High Hardness Co HSS*
4. *Cast HSS*
5. *Powdered HSS*
6. *Coated HSS*

2.7.3 Paduan Cor *Nonferro*

Sifat-sifat paduan cor *nonferro* adalah diantara sifat yang dimiliki HSS dan Karbida (*Cemented Carbide*), sehingga didalam penggunaannya memiliki karakteristik tersendiri karena karbida terlalu rapuh dan HSS mempunyai ketahanan panas (*hot hardness*) dan ketahanan aus (*wear resistance*) yang terlalu

rendah. Jenis material ini di bentuk dengan cara dituang menjadi bentuk-bentuk yang tertentu, misalnya *tool bit* (sisipan) yang kemudian diasah menurut geometri yang dibutuhkan. Baja paduan nonferro terdiri dari empat macam elemen/ unsur utama diantaranya:

a. Cobalt (Co)

Unsur cobalt, berfungsi sebagai pelarut bagi unsur-unsur lainnya.

b. Chrome (Cr)

Unsur chrome (10% s.d 35%), berfungsi sebagai pembentuk karbida.

c. Tungsten/ Wolfram (W)

Unsur tungsten/wolfram (10% s.d 25%), berfungsi sebagai pembentuk karbida dan menaikkan karbida secara menyeluruh.

d. Karbon (C)

Apabila terdapat unsur karbon (1%) akan menghasilkan jenis baja yang masih relatif kurang keras, dan apabila terdapat unsur karbon (3%) akan menghasilkan jenis yang relatif keras serta tahan aus.

2.7.4 Karbida

Jenis karbida yang “disemen” (*Cemented Carbides*) merupakan bahan pahat yang dibuat dengan cara menyinter (sintering) serbuk karbida (*Nitrida*, *Oksida*) dengan bahan pengikat yang umumnya dari *Cobalt (Co)*. Dengan cara *Carburizing* masing-masing bahan dasar (serbuk) *Tungsten Wolfram,(W)* *Titanium (Ti)*, *Tantalum (Ta)* dibuat menjadi karbida yang kemudian digiling (*ball mill*) dan disaring.

Salah satu atau campuran serbuk karbida tersebut kemudian di campur dengan bahan pengikat (Co) dan dicetak tekan dengan memakai bahan pelumas (lilin). Setelah itu dilakukan presintering (1000°C) pemanasan mula untuk menguapkan bahan pelumas dan kemudian sintering (1600°C) sehingga bentuk *keeping* (sisipan) sebagai hasil proses cetak tekan (*Cold* atau HIP) akan menyusut menjadi sekitar 80% dari volume semula. Hot Hardness karbida yang disemen (diikat) ini hanya akan menurun bila terjadi pelunakan elemen pengikat. Semakin besar prosentase pengikat Co maka kekerasannya menurun dan sebaliknya keuletannya membaik. Ada tiga jenis utama pahat karbida sisipan, yaitu:

a. Karbida Tungsten

Karbida tungsten merupakan jenis pahat karbida untuk memotong besi tuang.

b. Karbida Tungsten Paduan

Karbida tungsten paduan merupakan jenis karbida untuk pememotongan baja.

c. Karbida lapis

Karbida lapis yang merupakan jenis karbida tungsten yang di lapis (satu atau beberapa lapisan) karbida, nitride, atau oksida lain yang lebih rapuh tetapi ketahanan terhadap panasnya (*hot hardness*) tinggi.

2.7.5 Keramik (*Ceramics*)

Keramik menurut definisi yang sempit adalah material paduan metalik dan nonmetalik. Sedangkan menurut definisi yang luas adalah semua material selain metal atau material organik, yang mencakup juga berbagai jenis karbida, nitride,

oksida, boride dan silicon serta karbon. Keramik secara garis besar dapat di bedakan menjadi dua jenis yaitu:

a. Keramik tradisional

Keramik tradisional yang merupakan barang pecah belah peralatan rumah tangga.

b. Keramik industry

Keramik industri digunakan untuk berbagai untuk berbagai keperluan sebagai komponen dari peralatan, mesin dan perkakas termasuk perkakas potong atau pahat. Keramik mempunyai karakteristik yang lain daripada metal atau polimer (plastik, karet) karena perbedaan ikatan atom-atomnya, ikatannya dapat berupa ikatan kovalen, ionic, gabungan kovalen & ionic, ataupun sekunder. Selain sebagai perkakas potong, beberapa contoh jenis keramik adalah sebagai berikut :

1. Keramik oksida (pahat potong, isolator, besi, lempengan untuk mikroelektronik dan kapasitor).
2. Keramik oksida paduan.
3. Karbida, nitride, boride dan silica

2.7.6 Cubic Boron Nitride (CBN)

Cubic Boron Nitride (CBN) termasuk jenis keramik. Dibuat dengan penekanan panas (HIP, 60 kbar, 1500°C) sehingga bentuk grafit putih nitride boron dengan strukrur atom heksagonal berubah menjadi struktur kubik. Pahat sisipan CBN dapat dibuat dengan menyinter serbuk BN tanpa atau dengan

material pengikat, TiN atau Co. Ketahanan panas (*Hot hardness*) CBN ini sangat tinggi bila dibandingkan dengan jenis pahat yang lain.

2.7.7 Intan

Sintered diamond merupakan hasil proses sintering serbuk intan tiruan dengan pengikat Co (5% – 10%). Tahan panas (*Hot hardness*) sangat tinggi dan tahan terhadap deformasi plastik. Sifat ini ditentukan oleh besar butir intan serta prosentase dan komposisi material pengikat. Karena intan pada temperatur tinggi akan berubah menjadi graphit dan mudah ter-difusi dengan atom besi, maka pahat intan tidak dapat di gunakan untuk memotong bahan yang mengandung besi (*ferros*). Cocok untuk ultra high precision & mirror finish cutting bagi benda kerja *nonferro* (*Al Alloys, Cu Alloys, Plastics dan Rubber*).

2.8 Sifat Material Pahat Bubut

Secara garis besar ada empat sifat utama yang diperlukan untuk menjadi alat potong yang memiliki kemampuan pemotongan yang baik. Sampai saat ini belum ada material alat potong yang secara keseluruhan dapat memenuhi keempat sifat yang ada, masing - masing mempunyai kelebihan dan kekurangan yang dalam aplikasinya dapat disesuaikan dengan dengan kebutuhan pekerjaan. Adapun sifat-sifat yang dibutuhkan pada suatu alat potong antara lain sebagai berikut:

1. Keras

Sifat paling utama yang dibutuhkan oleh alat potong adalah keras. Agar dapat memotong atau menyayat bahan benda kerja dengan baik, alat potong harus memiliki sifat lebih keras dari benda kerja. Pemotongan atau penyayatan dengan

alat potong keras, selain dapat melakukan pemotongan dengan baik juga alat potong tidak lentur atau stabil.

Tingkat kekerasan material benda kerja maupun alat potong yang ada sekarang ini sudah cukup bervariasi, sehingga kita tinggal memilih material alat potong yang kita butuhkan disesuaikan dengan bahan benda kerja yang akan dikerjakan. Namun tidak sedikit terjadi dilapangan, pada kondisi tertentu alat potong harus digunakan untuk memotong atau menyayat benda kerja (*raw material*) yang sudah mengalami proses perlakuan panas (*heat treatment*), yang mungkin kekerasannya menyamai atau bahkan melebihi kekerasan dari material alat potong yang ada, sehingga harus mengganti jenis alat potong lain yang memiliki sifat yang lebih keras dari pada bahan benda kerja.

Sifat keras suatu alat potong sangat erat kaitannya dengan unsur-unsur paduan yang ada pada bahan alat potong tersebut, sehingga apabila ingin meningkatkan kekerasannya pada saat proses pembuatan harus menambahkan unsur paduan lain yang mampu meningkatkan kekerasan. Selain itu perlu diketahui bahwa, tingkat kekerasan alat potong akan bertolak belakang dengan tingkat kelenturan atau keuletannya, yang tentunya sifat ini juga merupakan sifat yang dibutuhkan untuk menjadi alat potong yang performanya baik.

2. Keuletan

Sifat ulet sangat diperlukan pada suatu alat potong, terutama untuk mengatasi atau menetralkan adanya beban kejut dan getaran yang mungkin muncul sewaktu pemotongan atau penyayatan terjadi. Sifat ulet ini menyebabkan pahat mampu untuk mengalami pelenturan atau defleksi yang bersifat elastis.

Meskipun dapat melentur pahat diharapkan tetap stabil dan kokoh, defleksi hanya diperlukan untuk mengurangi efek dari beban kejut. Sifat ulet dan keras memang saling bertolak belakang, semakin keras material itu maka akan semakin getas, dan sebaliknya, sehingga jarang di temukan material yang mempunyai tingkat kekerasan dan keuletan yang baik. Untuk menanggulangi hal tersebut maka pahat dibuat dari dua material yang berbeda, yang pertama adalah material keras (material alat potong) kemudian yang kedua adalah material penyangga yang biasanya terbuat dari baja St. 60. Metode pengikatnya bisa berupa brazing, dibaut, dijepit, atau diselipkan.

3. Tahan Panas

Setiap alat potong pada saat digunakan untuk melakukan pemotongan atau penyayatan akan timbul panas, hal ini terjadi karena adanya gesekan akibat pemotongan. Besarnya panas yang ditimbulkan secara dominan tergantung dari kecepatan potong (*cutting speed*), kecepatan pemakanan (*feed*), kedalaman pemakanan (*depth of cut*), putaran mesin (*Revolution per minute – Rpm*), jenis bahan benda kerja yang dikerjakan dan penggunaan air pendingin.

Panas yang timbul akibat pemotongan, akan merambat dan terdistribusi pada benda kerja maupun pada pahat. Perambatan panas pada benda kerja jenis tertentu yaitu yang termasuk baja paduan, pada suhu tertentu dapat mengakibatkan perubahan struktur sehingga tingkat kekerasannya menjadi berubah lebih keras seperti dilakukan proses pengerasan (*hardening*). Sedangkan perambatan panas pada pahat bubut, seperti dilakukan proses *tempering* atau *normalising* yang dapat mengakibatkan penurunan tingkat kekerasannya.

Perlu diketahui bahwa, ketahanan suatu alat potong terhadap panas, sangat dipengaruhi oleh jenis bahan material yang digunakan. Bahan material alat potong dikatakan baik apabila mampu mempertahankan kekerasannya pada suhu tinggi, jadi meskipun ada panas yang muncul akibat pemotongan atau penyayatan tidak mempengaruhi performa dari pahat bubut.

Panas yang muncul pada pahat bubut, dapat dikurangi dengan memberikan air pendingin pada saat proses pemotongan atau penyayatan. Cara pemberian air pendingin hendaknya diarahkan tepat pada titik pemotongan atau penyayatan, sehingga diharapkan dapat mengurangi atau menetralkan panas yang terjadi pada benda kerja maupun pahat. Selain itu perlu diketahui bahwa, pemberian air pendingin yang tidak rutin/ stabil, akan dapat menyebabkan mata sayat pahat bubut menjadi retak atau pecah dalam hal ini untuk pahat bubut yang mengandung unsur karbonnya tinggi.

4. Tahan Aus

Penampang ujung pahat bubut yang kecil dan runcing, mudah sekali untuk mengalami keausan. Sifat ini tidak bisa terlepas/ erat kaitannya dengan sifat yang lain yaitu kekerasan, keuletan dan tahan panas, akan tetapi merupakan hal yang berdiri sendiri. Umur pakai pahat secara normal menunjukkan tingkat ketahanan terhadap keausan. Keausan yang timbul pada mata sayat pahat bubut, dapat disebabkan terjadinya gesekan maupun getaran yang terjadi pada saat pemotongan atau penyayatan. Sifat tahan aus dapat diperbaiki dengan penambahan unsur paduan ataupun perbaikan pada geometri sudut pada pahat bubut.

2.9 Pengerasan Permukaan (*Surface Hardening*)

Komponen mesin yang saling bergesekan dengan pasangannya pada saat mencapai fungsi rakitan (*assembling*), membutuhkan permukaan yang keras dan tahan aus. Namun juga memerlukan bagian inti yang ulet agar mampu menerima beban dinamis. Sifat material seperti ini dapat diperoleh melalui pengerasan permukaan Pengerasan permukaan terhadap material baja dapat dilakukan melalui dua cara, yaitu :

1. Pengerasan permukaan pada material baja yang mengandung serendah rendahnya 0,35 % karbon. Baja ini telah memenuhi syarat untuk dikeraskan secara langsung. Pemanasan pada temperatur pengerasan dilakukan secara cepat, agar panas tersebut hanya mencapai kedalaman permukaan yang tipis. Selanjutnya dilakukan proses pendinginan kejut agar dicapai struktur martensit hanya pada permukaannya saja dan intinya masih ulet.
2. Pengerasan permukaan pada material baja yang mengandung 0,2 % karbon. Baja ini termasuk dalam kelompok baja karbon rendah, yang tidak bisa langsung dikeraskan. Penambahan unsur karbon dibutuhkan agar jumlah kandungannya meningkat sehingga memenuhi syarat permukaannya saja, karena hal ini tergantung pada hasil difusi karbon kedalam struktur baja. (Schonmetz Alois dkk, 1985).

Pengerasan permukaan pada material baja karbon rendah dapat dilakukan melalui cara sebagai berikut :

- a. Karburasi (*carburizing*), adalah memanaskan baja di atas temperatur A_{c3} dalam lingkungan yang mengandung karbon. Baja pada sekitar temperatur kritis mempunyai afinitas terhadap karbon. Karbon diserap ke dalam

logam membentuk larutan padat dengan baja dan lapisan luar memiliki karbon kadar tinggi. Bila dibiarkan lebih lama, karbon akan mempunyai kesempatan untuk berdifusi ke bagian lebih dalam. Tebal lapisan tergantung pada waktu dan temperatur perlakuan panas.

2.10 Karburasi Padat atau *Pack Carburizing*

Pack carburizing adalah proses dimana karbon monoksida yang berasal dari senyawa padat terurai pada permukaan logam menjadi karbon baru dan karbon dioksida. karbon yang baru diserap ke dalam logam, dan karbon dioksida segera bereaksi dengan bahan karbon yang terdapat dalam senyawa karburasi padat untuk bahan karbon monoksida. Pembentukan karbon monoksida ditingkatkan oleh energizer atau katalis, seperti barium karbonat (BaCO_3), kalsium karbonat (CaCO_3), kalium karbonat (K_2CO_3), dan natrium karbonat (Na_2CO_3), yang terdapat dalam karburasi.

Sudah banyak penelitian tentang karburasi padat (*pack carburizing*) dilakukan oleh peneliti, diantaranya jenis arang yang digunakan sebagai sumber karbon. Arang kayu, kokas dan batu bara dengan campuran BaCO_3 sebagai zat pengaktif karbon, telah diteliti dan dari ketiga jenis sumber karbon tersebut diantaranya menghasilkan berturut turut hasil yang paling keras dengan menggunakan batu bara diperoleh kekerasan 680 HV, kokas mencapai kekerasan 554 HV dan arang kayu kekerasannya 475 HV.

Waktu penahanan pada temperatur *carburizing* pernah pula diteliti, dan salah satunya menggunakan material baja AISI 1522 dengan sumber karbon arang tempurung kelapa dicampur dengan Na_2CO_3 sebesar 20 % sebagai bahan pengaktif, hasil yang diperoleh dari yang paling keras 773 HV untuk waktu

penahanan 4 jam, 753 HV untuk waktu penahanan 3 jam dan 570 HV untuk waktu penahanan 2 jam.

Guna meningkatkan efektifitas karburasi padat pada baja karbon rendah sudah pula dilakukan. Penelitian ini menggunakan temperatur 850° C dengan waktu penahanan selama 4 jam. Kesimpulan dalam penelitian ini menyatakan bahwa ukuran butir antara 250 µm sampai 600 µm adalah yang paling baik untuk melakukan proses karburasi padat. Pada ukuran butir ini diperoleh kekerasan permukaan baja meningkat 250 % dari kekerasan semula.

Pada penelitian ini melanjutkan hasil temuan peneliti terdahulu dengan cara mengkaji, bagaimana pengaruh penambahan serbuk arang tempurung kelapa pada pahat bubut karbida dengan menggunakan metode *pack carburizing*

Pada temperatur kritis baja memiliki kecenderungan untuk berafinitas dengan pahat bubut, dimana karbon akan diserap kedalam pahat bubut membentuk larutan padat. Bila berlangsung pada waktu yang cukup lama, maka lapisan luar akan memiliki kandungan karbon lebih tinggi dibandingkan sebelumnya. Penggunaan panas dengan temperatur austenisasi antara 900° C sampai 950° C, media karbon akan teroksidasi menghasilkan gas CO₂ dan CO.

Gas CO akan bereaksi dengan permukaan pahat bubut membentuk atom karbon (C), dan selanjutnya diffusi ke dalam pahat bubut. Gas CO₂ ini sebagian akan bereaksi kembali dengan media karbon membentuk CO dan sebagian lagi akan menguap. Ketersediaan oksigen yang cukup di dalam kotak dapat membantu kelancaran reaksi pengkarbonan.

Oksigen didalam kotak tertutup membutuhkan ruang. Ketersediaan ruang-ruang tersebut berada diantara butir-butir media karbon padat yang digunakan di

dalam proses *pack carburizing*. Ukuran butir yang besar akan tersusun dan menghasilkan rongga yang menyediakan ruang cukup besar untuk oksigen. Sebaliknya bila ukuran butirnya lebih kecil maka akan tersusun dan menghasilkan rongga yang lebih kecil pula.

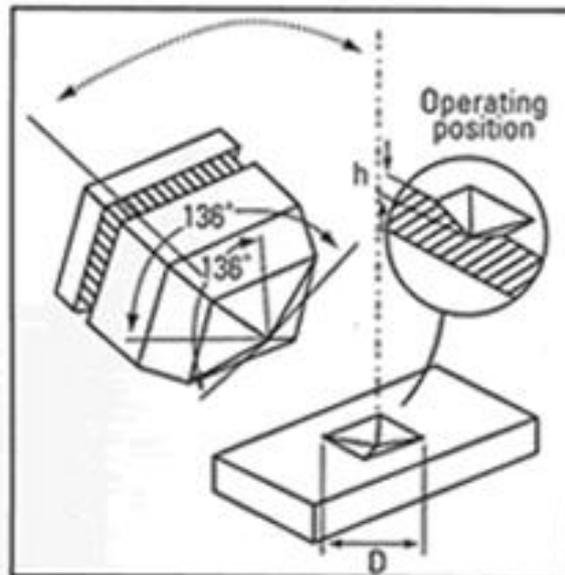
Struktur ferrit (besi α) dan austenit (besi γ) memiliki kemampuan untuk menampung atom-atom penyisip seperti atom karbon untuk membentuk larutan padat. Ukuran atom karbon yang relatif lebih kecil bila dibandingkan dengan atom besi, memungkinkan atom karbon masuk ke dalam kisi besi α dan besi γ sebagai atom yang larut secara intersisi. Sebaliknya unsur paduan logam lain seperti mangan, nikel dan krom memiliki ukuran atom lebih besar sehingga bila masuk ke dalam besi akan membentuk larutan padat substitusi.

Kemampuan atom karbon untuk masuk dan menyisip ke dalam atom-atom besi pada bentuk larutan padat, menyebabkan kandungan karbon meningkat. Sehingga pahat bubut HSS dapat ditingkatkan sifat mekaniknya menjadi lebih baik. Seperti kemampuan untuk dikeraskan menjadi meningkat dan dapat digunakan sebagai material.

Sebagai material pengganti, baja melalui proses *pack carburizing* harus mempunyai kandungan karbon dengan kedalaman lapisan tertentu. Kedalaman lapisan karburasi (*Case depth*) dipengaruhi oleh kandungan karbon dari baja asal, temperatur dan waktu karburasi dan untuk mengetahui kekerasannya dibutuhkan pengujian kekerasan yaitu pengujian Vickers.

2.11 Pengujian Vickers

Uji Vickers dikembangkan di Inggris pada tahun 1925. Dikenal juga sebagai Diamond Pyramid Hardness test (DPH) seperti yang terlihat pada gambar 2.8 di bawah ini. Uji kekerasan Vickers menggunakan indenter piramida intan, besar sudut antara permukaan piramida intan yang saling berhadapan.



Gambar 2.8 Pengujian Vickers

Ada dua rentang kekuatan yang berbeda, yaitu mikro (10g – 1000g) dan makro (1kg – 100kg).

1. Standart Pengujian Vickers

Ada 3 standar pengujian kekerasan Vickers yaitu :

- ASTM E 384 - Rentang mikro (10g – 1000g)
- ASTM E 92 - Rentang makro (1kg-100kg)
- ISO 6507 – Rentang mikro dan makro

2. Metode yang Digunakan

Untuk melakukan pengujian ini persiapkan alat dan bahan pengujian.

Alat yang digunakan

1. Mesin uji kekerasan Vickers (Vickers Hardness Test)
2. Indentor piramida intan (diamond pyramid)
3. Benda uji yang sudah di gerinda
4. Amplas halus
5. Stop watch
6. Mikroskop pengukur (biasanya satu set dengan alatnya)

Cara Pengujian

1. Indentor di tekankan ke benda uji/material dengan gaya tertentu
(rentang micro 10g – 1000g dan rentang micro 1kg – 100kg)
2. Tunggu hingga 10 – 20 detik (biasanya 15 detik)
3. Bebaskan gaya dan lepaskan indentor dari benda uji
4. Ukur 2 diagonal lekukan persegi (belah ketupat) yang terjadi menggunakan mikroskop pengukur. (ukur dengan teliti dan cari rata-ratanya).

3. Kelebihan metode Vickers :

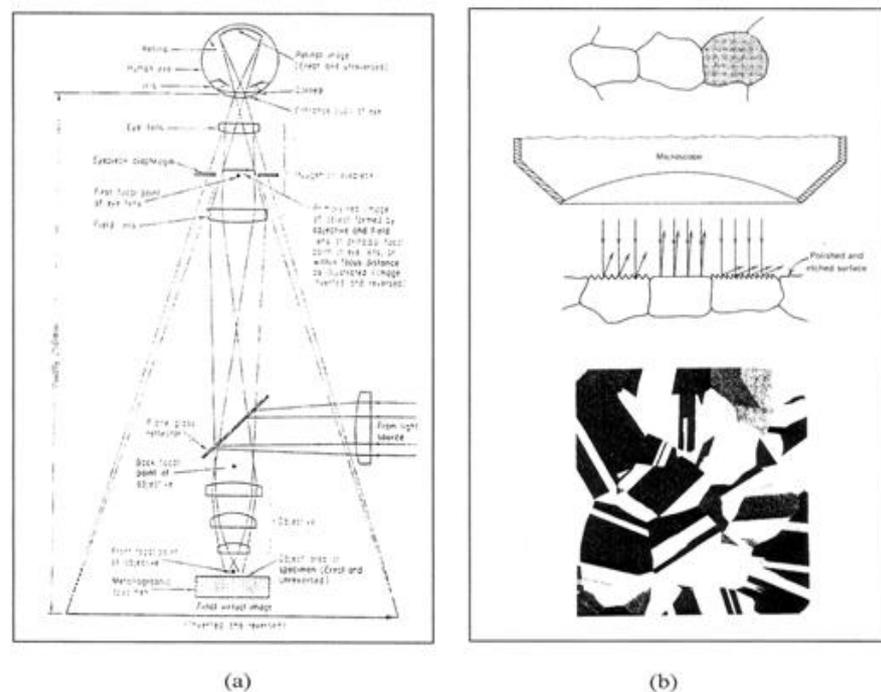
- Dianjurkan untuk pengujian material yang sudah di proses case hardening, dan proses pelapisan dengan logam lain yang lebih keras.
- Tidak merusak karena hasil indentasi sangat kecil, dan biasanya bahan uji bisa dipakai kembali.

4. Kekurangan metoda Vickers :

- Butuh ketelitian saat mengukur diameter lekukan hasil indentasi.
- Lama sekali pengujian bisa menyita waktu hingga 5 menit, belum termasuk persiapan dan perhitungannya.

2.12 Pengujian Struktur Mikro

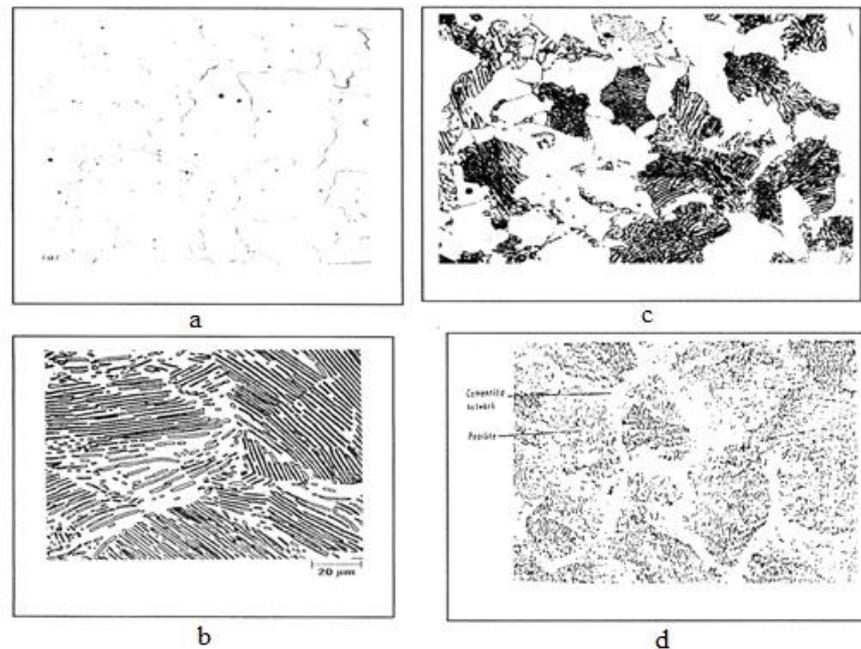
Suatu logam mempunyai sifat mekanik yang tidak hanya tergantung pada komposisi kimia suatu paduan, tetapi juga tergantung pada struktur mikronya. Suatu paduan dengan komposisi kimia yang sama dapat memiliki struktur mikro yang berbeda, dan sifat mekaniknya pun akan berbeda. Ini tergantung pada proses pengerjaan dan proses laku-panas yang diterima selama proses pengerjaan. Pengamatan struktur mikro dapat menggunakan mikroskop, dengan prinsip seperti ditunjukkan Gambar 2.9 di bawah ini



Gambar 2.9 (a) Prinsip dan komponen mikroskop metalurgi dan pencahayaan dari sistem optik , obyek dan penampakkannya,

(b) Penampakan butir yang telah dipolis menggunakan mikroskop optik.

Baja (steel) merupakan paduan Fe dan C dengan kandungan karbon kurang dari 2,1 %. Besi murni sering disebut ferit (Gambar 2.10 (a)). Baja itu sendiri menurut kandungan karbonnya terbagi menjadi yaitu baja hipotektoid dan baja eutektoid Hipereutektoid (Gambar, (b), (c), dan (d)). Pada suhu ruang, baja hipotektoid (kandungan karbon kurang dari 0,77%) terdiri dari butir-butir kristal ferrit dan perlit. Baja hipereutektoid berupa jaringan sementit dan perlit, sedangkan untuk baja eutektoid terdiri dari perlit eutektoid.

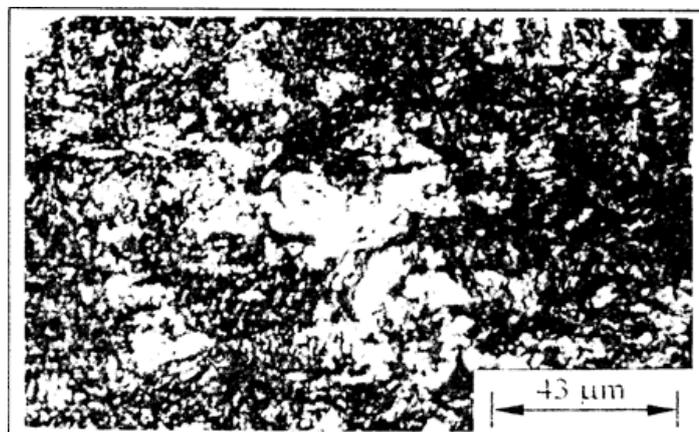


Gambar 2.10 Strukturmikro Baja
(a) ferit, C= 0 % pembesarn 95 X ,
(b) Hipotektoid, C=0,38 % pembesaran 635 x,
(c) Perlit pembesaran 500 X, dan
(d) Hipereutektoid C=1,0 % pembesaran 1000 X.

Dalam suatu proses laku panas, transformasi austenit pada pendinginan memegang peranan penting terhadap sifat baja. yang dikenai suatu proses laku panas. Austenit dari baja hypoeutektoid bila didinginkan dengan lambat maka

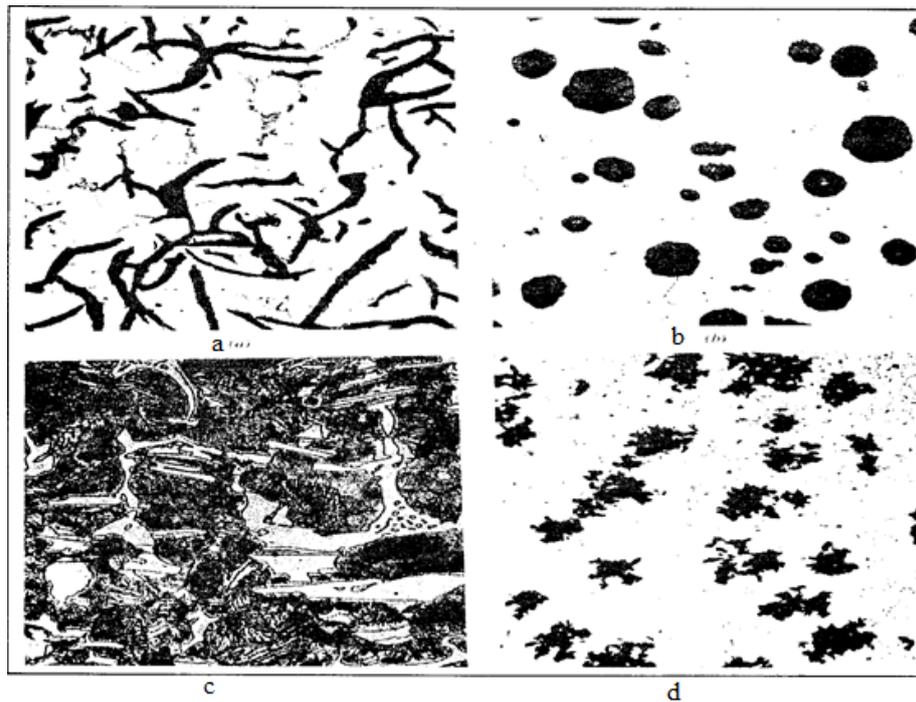
pada temperatur kamar akan berstruktur mikro ferit (proeutektoid) dan struktur yang berlapis-lapis (*lamellar*) terdiri dari ferrit dan sementit, yang disebut perlit (*pearlite*). Semakin tinggi kadar karbon dari baja ini makin banyak jumlah perlitnya dibandingkan dengan jumlah ferritnya, dan struktur akan terdiri dari perlit seluruhnya pada baja dengan komposisi eutektoid (baja eutektoid, 0,77 % C).

Transformasi dari austenit menjadi perlit terjadi karena perpindahan atom secara difusi, karenanya akan memerlukan waktu lama. Dengan pendinginan lambat akan tersedia cukup waktu berlangsungnya difusi sehingga dapat terbentuk perlit yang lamellar. Bila pendinginan agak cepat maka tidak lagi cukup waktu untuk menyelesaikan seluruh transformasi pada temperatur eutektoid A_1 . Transformasi akan berlangsung pada temperatur yang lebih rendah, dan pada temperatur yang lebih rendah ini gerakan atom-atom (difusi) menjadi lebih terbatas, sehingga lebar lamelar menjadi lebih kecil dan butiran-butiran kristal yang terjadi akan lebih kecil/halus. Bahkan bila pendinginan berlangsung lebih cepat lagi akan dapat terbentuk struktur mikro yang berbeda dari apa yang terbentuk pada pendinginan lambat yaitu menjadi fasa martensit yang bersifat mekanis sangat keras tetapi getas perhatikan Gambar 2.11 dibawah ini.



Gambar 2.11 Struktur Martensit, 200X

Dalam diagram Fe-Fe₃C di atas paduan Fe dan C dimana kandungan karbon lebih besar dari 2,1 % sampai dengan 6,57 % , maka disebut besi cor . Besi cor bermacam-macam jenisnya tergantung dari proses dan sifat mekanisnya. Seperti di tunjukkan oleh gambar 2.12.



Gambar 2.12 (a) Struktur mikro besi cor kelabu dengan grafit serpih, matriks perlit, 500 x,
(b) Besi cor nodular, 200 x,
(c) Besi cor putih, 400 x,
(d) Besi cor malleabele, 150 x

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

3.1.1. Tempat Penelitian

Adapun tempat pelaksanaan dalam pengujian penelitian ini adalah Workshop Teknikmesin, UniversitasNegeri Medan (UNIMED).

3.1.2. Waktu Penelitian

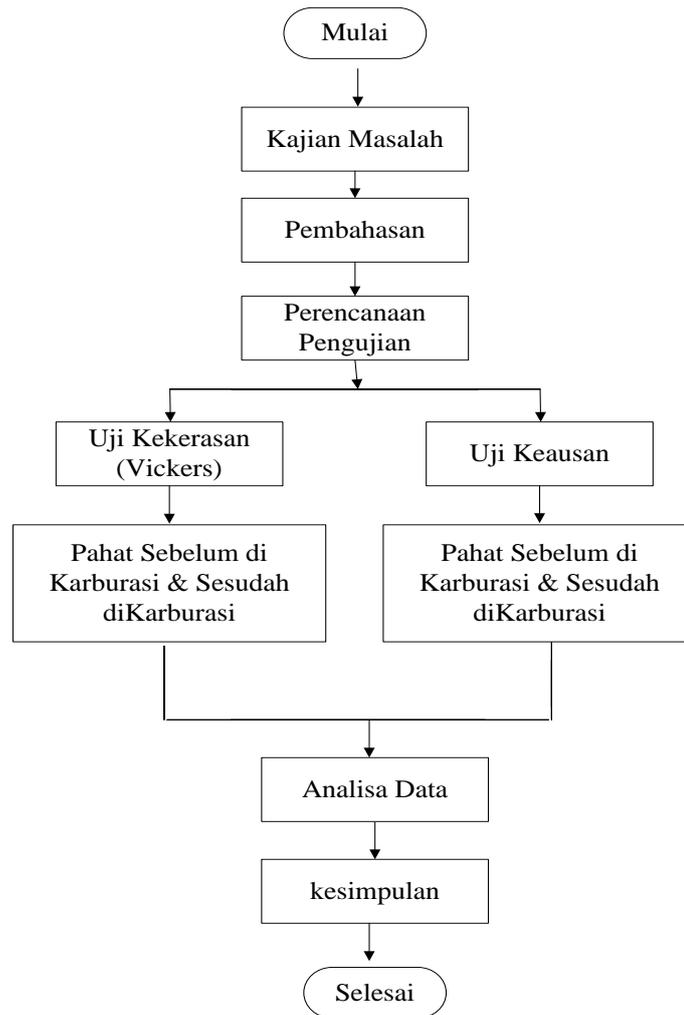
Waktu pelaksanaan penelitian dimulai setelah mendapatkan persetujuan oleh dosen pembimbing.

NO	URAIAN	BULAN						
		APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT
1	Kajian Literatur							
2	Penyusunan Proposal							
3	PemilihanBahan&Alat							
4	Pengujian Spesimen / Pengambilan Data							
5	Penyusunan Laporan							
6	Sidang Sarjana							

Tabel. 3.1 Jadwal Waktu Penelitian

3.2 DiagramAlurPenelitian

Berikut ini adalah diagram alur yang di pakai sebagai acuan dalam pelaksanaan penelitian:



Gambar 3.2 Diagram Alur Penelitian

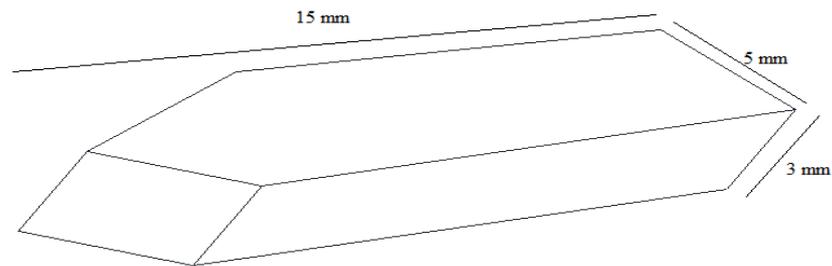
Pada penelitian yang sifatnya eksperimen perlu adanya tahan-tahan alam melaksanakan penelitian dengan tujuan agar didapatkan hasil yang akurat untuk penelitian ini dilakukan di workshop teknik mesin, universitas negeri Medan (UNIMED).

3.3 Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini, meliputi dua macam yaitu : bahan sebagai obyek pengamatan dan pendukung kegiatan penelitian.

3.4 Bahan Pengamatan

Bahan utama sebagai obyek pengamatan adalah pahat bubut sisipan jenis karbida. Bahan ini digunakan karena ukurannya yang kecil sangat pas sekali sebagai sampel pengujian. Pengujian yang dilakukan untuk mengetahui sifat material pahat bubut *specimen* yang digunakan dalam penelitian ini, sebelum dan sesudah dilakukan perlakuan *packcarburizing*. Pada penelitian ini hanya akan dilakukan pengujian sifat mekanik (*mechanical properties*). Sifat mekanik material yang akan diuji sesuai dengan tujuan *pack carburizing* adalah kekerasan (*hardness*) permukaan material.



Gambar 3.4 Spesimen pahat bubut karbida

3.4.1. Pahat Karbida

Jenis material benda kerja yang berbeda akan memberikan keausan pahat yang berbeda juga. Dalam aplikasinya pahat digunakan untuk memotong berbagai macam benda kerja.

Jai untuk setiap pahat dan setiap material benda kerja harus mempunyai data dan kondisi perpotongan tertentu dalam setiap perencanaan proses permesinan. jadi

disini kita memakai pahat jenis karbida yang belum i karburasi dan yang sudah dikarburasi seperti gambar dibawah ini.



Gambar 3.3 Pahat Bubut Karbida Sebelum dan Sesudah di Karburasi

3.5 Bahan Pendukung

Bahan pendukung yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Baja Paduan S45C.

Penelitian ini melaporkan pengujian permesinan bubut dengan kerja baja paduan S45C. menggunakan baja S45C dalam percobaan ini merupakan pilihan iantara baj-baja lainnya. ikarena kekerasan baja ini merupakan jenis pahat yang kita gunakan. dengan komposisi bahan sebagai berikut:

C =0,45% Mn =0,65% Si =0,22% S =0,004 P =0,008% Cr =0,34% Ni =0,02% Cu =0,015% kekerasannya 160-220 BHN. Dengan diameter 30 mm panjang permesinannya 300 mm.



Gambar 3.5 Benda Kerja Tipe S45C

2. Dudukan Pahat.

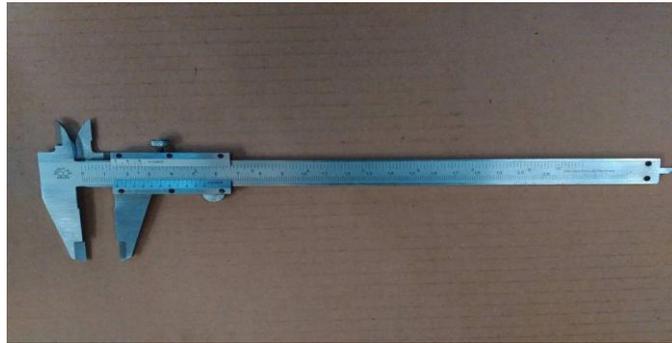


Gambar 3.5 Dudukan Pahat.

3.6 Alat dan peralatan penelitian

a. Sigmat / Jangka Sorong.

Seperti yang telah diketahui banyak alat ukur yang digunakan dikalangan dunia industry permesinan dan disini kita memakai alat ukur yang sederhana yang banyak di gunakan didalam proses permesian dan alat inikita gunakan untuk mengukur benda krja yang mendukung dalam penelitian ini.



Gambar 3.6 Sigmat/Jangka Sorong

3.7. pengujian spesimen

Pengujian specimen dan bendakerjadilakukan dengan beberapa proses yaitu:

3.7.1 Pengujian Vickers

Pengujian ini dilakukan sebelum pahat dikarburasi dan sesudah pahat dikarburasi agar dapat membandingkan nilai kekerasan pahat sebelum dikarburasi dan setelah dikarburasi.



Gambar 3.7 Alat Uji Vickers

3.7.2 Pengujian Mikro

Pengujian ini dilakukan sebelum pahat dikarburasi dan sesudah dikarburasi agar dapat membandingkan struktur pahat sebelum dan sesudah dikarburasi.



Gambar 3.7 Pengujian Mikr

Untuk menguji spesimen dengan menggunakan metode Vickers dan mikroskop diperlukan alat dan bahan-bahan pendukung seperti yang dibawah ini :

1. Cetakan

Cetakan yang terbuat dari kaca dengan 4 sisi yaitu samping kanan, samping kiri, belah depan dan belakang pada bagian bawah cetakan diberi lem plastic.



Gambar 3.9 Cetakan Kaca

2. Resin dan Katalis

Resin dan katalis nantinya akan dikeraskan didalam cetakan, dan berisi pahat didalamnya, berfungsi sebagaiudukan spesimen pada proses pengujian mikro dan Vickers.

3. Amplas atau Kertas Pasir

Berfungsi sebagai penghalus pahat bubut agar permukaannya mengkilap, untuk jenis amplas atau kertas pasir yang digunakan pada proses ini menggunakan kertas pasir no 120,320,500,800 dan 1000 , untuk mempercepat hasil pengamplasan dan hasil yang maksimal pada proses ini menggunakan metallographic pregrinder.

4. Cairan Micropolish Alumina

Cairan ini berfungsi sebagai selain pengkilap pahat juga berfungsi sebagai penghilang goresan pada pahat bubut setelah di amplas.



Gambar 3.10 Micropolish Alumina

5. Cairan HCl₃ + Ethanol

Cairan ini digunakan untuk memberikan korosi pada pahat bubut agar lebih mudah melihat mikro struktur pada pahat bubut tersebut.

3.8. Proses Alat Pendukung Pengujian Spesimen

Untuk melakukan pengujian spesimen tidak langsung di uji begitu saja, spesimen yang belum dan yang sudah di karburasi selanjutnya akan diproses seperti berikut :

1. Membuat cetakan kaca ukuran 30mm x 2mm x 25mm dengan 4 sisi yaitu samping kanan, samping kiri, depan dan belakang. Kemudian rekatkan 4 sisi tersebut menggunakan lem plastic berbentuk kotak dan beri lem plastic di bagian bawah kotak kaca tersebut. Setelah bagian bawah kotak diberi lem plastic maka selanjutnya masukkan pahat bubut ke dalam kotak tersebut dengan cara merekatkannya pada lem disisi bagian bawah kotak tersebut, pastikan pahat bubut terletak center dibagian tengah seperti gambar di bawah ini :



Gambar 3.11 Posisi Pahat

2. Proses selanjutnya yaitu memasukkan campuran resin dan katalis kedalam cetakan kaca yang kita buat, oleskan oli pada sisi dalam cetakan kaca tersebut.

Tuang campuran resin dan katalis kedalam cetakan hingga penuh dan tunggu sampai campuran resin tadi hingga mengeras. Setelah mengeras cetakan tersebut dilepas dengan cara melepas sisi bagian bawah cetakan yang terbuat dari plastic, lalu sorong resin keluar dengan perlahan lahan.

3. Setelah cetakan keluar maka kita akan ke proses penghalusan cetakan dengan cara mengamplas menggunakan kertas pasir secara bertahap dari kertas pasir yang kasar hingga yang halus, untuk memudahkan dan mendapatkan hasil amplasan yang prima digunakan grinder machine, amplas bagian bawah cetakan sehingga pahat bubut mengkilap seperti gambar 3.12 dibawah ini:



Gambar 3.12 Pahat setelah di amplas

4. Selanjutnya pahat bubut di beri cairan micropolish alumina cairan ini digunakan untuk menghilangkan goresan pada pahat bubut setelah di amplas. Untuk proses terakhir siram pahat menggunakan cairan $Hhcl_3$ +Ethanol yang berfungsi untuk membuat korosi pada pahat selanjutnya dikeringkan dan selanjutnya specimen bisa di uji mikro dan kekerasannya.

3.10 Proses Pengujian Pahat

3.10.1 Mesin Bubut Konvensional.

mesin bubut merupakan mesin perkakas untuk proses pemotongan logam (metal cutting process). operasi dasar dari mesin bubut adalah melibatkan benda kerja yang berputar dan cutting tool-nya bergerak dlinier. kekhususan operasi mesin bubut adalah digunakan untuk memproses benda kerja dengan hasil atau bentuk penampang lingkaran atau benda kerja berbentuk silinder dengan spesifikasi:

- Tipe : CW6232B
- Sumber Daya : 415 V, 3 fasa 50 Hz
- Motor : 3 HP (2,2 Kw), 1420 rpm
- Putaran Spindle Maks : 2500 rpm



Gambar 3.13 Mesin Bubut Konvensional

3.9.2 Proses Pengujian

1. Benda kerja berbentuk poros dengan diameter 30 mm dan panjang permesinan 300 mm dicelakamkan pada spindel mesin bubut.
2. Pshat dipasangkan pada *tool post*,atur agar pahat tegak lurus terhaap sumbu spinel
3. Lakukan pengujian proses bubut silindrik dengan variabel proses permesinan yang ditentukan serta catat waktu pemotongan (T) dengan menggunakan *stopwatch*.gerak makan (f) 0,2 dan kedalaman makan 0,5 debgab rpm 1700,1200,800 dan 540
4. Hentikan mesin, lakukan pengukuran keausan pahat (keausan ujung mata potong) dengan menggunakan mirko meter.
5. Apabila pada pengukuran pertama keausan belum tercapai,maka pemotongan dapat dilanjutkan kembali keausan dapat diketahui.
6. Pengujian ini diulangan sampai semua percobaan selesai.dengan catatan pahat yang digunakan adalah pahat karbida yang belum dikarburasi dan sudah dikarburasi .

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pengujian Struktur Mikro

Hasil dari pengujian struktur mikro dianalisis melalui foto-foto atau gambar struktur mikro dari benda uji hasil pemotretan dari mikroskop optik setelah dilakukan pengetesan terlebih dahulu dengan pembesaran 100 X. dengan demikian akan dapat diamati struktur mikro dari pahat bubut, sehingga kita dapat melihat perbandingan pahat bubut sebelum di karburisasi dan sesudah di karburisasi. Hasil pengujian struktur mikro dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar 4.1 Foto Hasil Pengujian Struktur Mikro Sebelum di Karburasi Dengan 100x Pembesaran



Gambar 4.2. Foto Hasil Pengujian Mikro Struktur Setelah di Karburasi Dengan 100 x Pembesaran

Dapat dilihat pada gambar 4.2 bahwa arang tempurung kelapa dan barium karbonat telah masuk ke permukaan pahat bubut hal ini tampak dibagian samping kanan pada gambar yang memiliki warna lebih gelap.

4.2. Hasil Pengujian Kekerasan Vickers

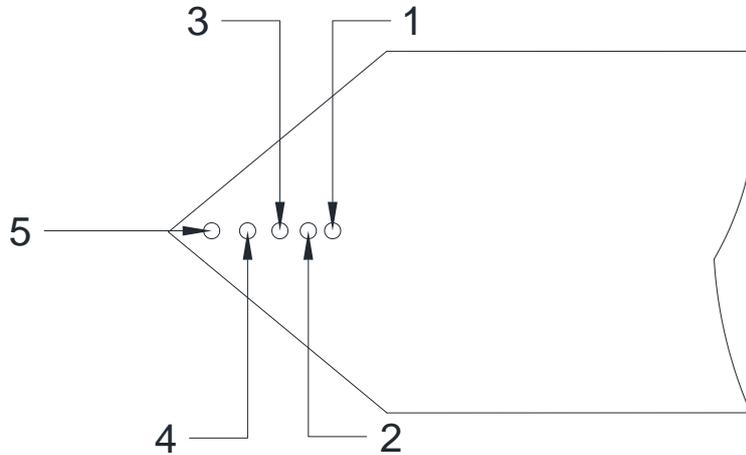
Hasil uji kekerasan diambil lima titik dari daerah pahat bubut yang original atau sebelum di karburasi dan tujuh titik dari daerah pahat bubut yang sudah dikarburasi.

4.4.1 Pengujian Kekerasan Vickers Sebelum di Karburasi

Tabel 4.1 Hasil Pengujian kekerasan Vickers Sebelum di Karburasi

No	Beban (f)	A1	B1	D1	HV
1	30	0,186	0,186	0,186	1607,861
2	30	0,186	0,186	0,186	1607,861
3	30	0,183	0,183	0,183	1660,657
4	30	0,185	0,185	0,185	1626,667
5	30	0,187	0,187	0,187	1594,04

Data hasil pengujian kekerasan vickers pada pahat bubut sebelum di karburasi dilakukan pada 5 titik pengujian yang berbeda.



Gambar 4.3 Titik Pengujian Vickers Sebelum di Karburisasi

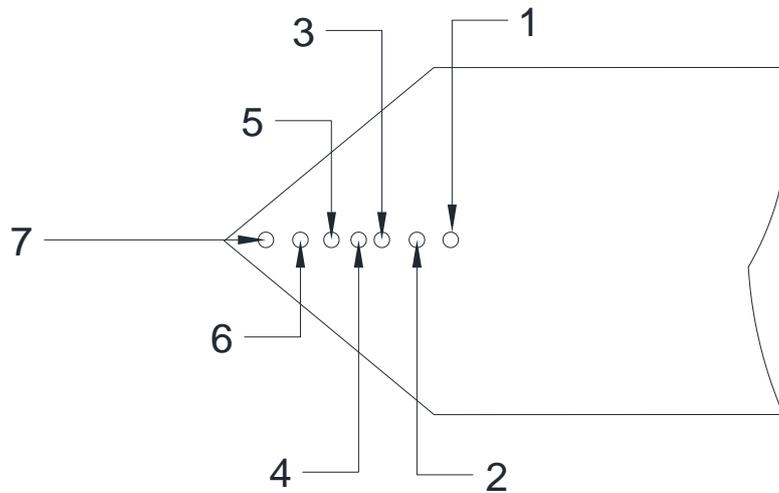
Pengujian dilakukan dengan beban yang sama sebesar 30kg pada setiap titik pengujian. Sebelum hasil uji kekerasan vickers (HV) didapat, kita terlebih dahulu mencari diagonal (d). Pada data tabel 4.2 terlihat hasil yang didapat pada setiap titik pengujian berbeda.

4.4.2 Pengujian Kekerasan Sesudah di Karburasi

Table 4.2 Hasil Pengujian Kekerasan Specimen Setelah di karburasi

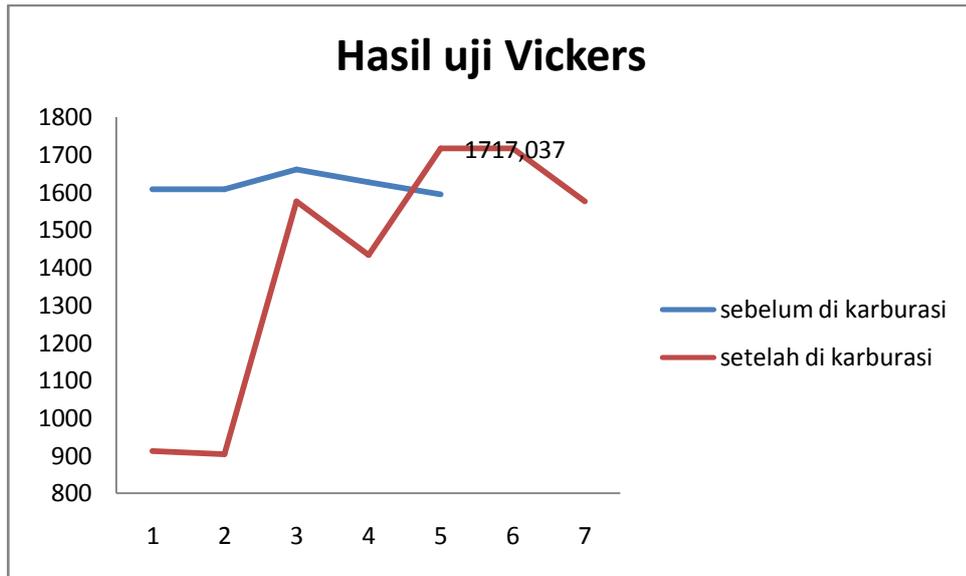
No	Beban (f)	A1	B1	D1	HV
1	30	0,247	0,247	0,247	9129,01
2	30	0,248	0,248	0,248	9048,585
3	30	0,188	0,188	0,188	1575,977
4	30	0,197	0,197	0,197	1433,814
5	30	0,180	0,180	0,180	1717,037
6	30	0,180	0,180	0,180	1717,037
7	30	0,188	0,188	0,188	1575,977

Data hasil pengujian kekerasan vickers pada pahat bubut sesudah di karburasi dilakukan pada 7 titik pengujian yang berbeda.



Gambar 4.4 Titik Pengujian Vickers Setelah di Karburisasi

Pengujian dilakukan dengan beban yang sama sebesar 30kg pada setiap titik pengujian. Sebelum hasil uji kekerasan vickers (HV) didapat, kita terlebih dahulu mencari diagonal (d). diagonal segiempat diukur secara teliti untuk kemudian digunakan sebagai kekerasan logam yang diuji. Nilai kekerasan yang diperoleh sedemikian itu disebut kekerasan *vickers* yang biasa disingkat dengan Hv atau HVN (*Vicker Hardness Number*). Pada data tabel 4.4 terlihat hasil yang didapat pada setiap titik pengujian memiliki kekerasan yang berbeda. Dapat dilihat pada tabel 4.4 bahwa pahat bubut yang telah dikarburisasi pada titik no 5 dan 6 mengalami peningkatan kekerasan pada permukaannya.



Gambar 4.5. Grafik Perbandingan Karburisasi

Hasil dari grafik diatas menunjukkan bahwa pada titik pengujian di nomor 5 dan 6 pada pahat bubut yang telah di karburisasi mengalami kenaikan kekerasan, pada permukaannya.

4.3 Hasil dan Pembahasan

Dari pengujian yang telah dilakukan, diperoleh kondisi pemotongan yang memberikan umur pahat yang optimal dari pahat karbida dengan memvariasikan kecepatan potong (V_c) menjadi 4 tingkatan

Tabel 4.3 Variabel Kecepatan Potong (VK) dan Tingkatannya

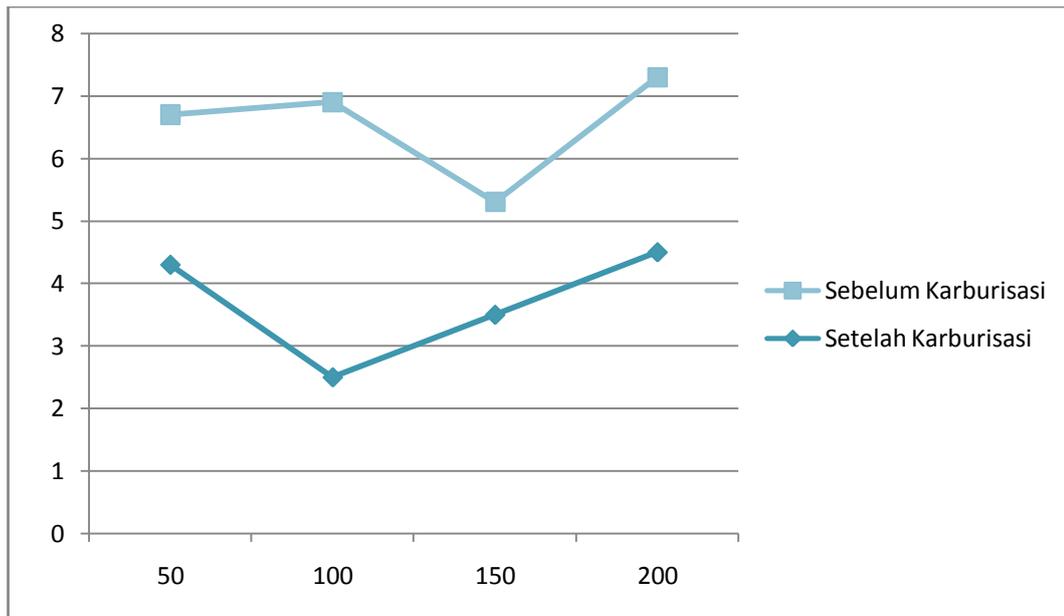
No	Kecepatan Potong (VC) (M/mm)	Gerak Makan (F) (MM/r)	Kedalaman Makan (a) (mm)
1	170,805	0,2	0,5
2	120,557	0,2	0,5
3	80,280	0,2	0,5
4	54,209	0,2	0,5

Table 4.4 Data Hasil Pengujian Pahat Sebelum Dikarbulasi

n (rpm)	VC (M/Menit)	a Total (mm)	tc (mm)	VB (mm)	T (min)
1700	170,805	16,5	11,444	10,123	14,750
1200	120,565	18,5	44,680	1,543	22,100
800	80,304	22	55,825	1,2220	53,740
540	54,255	35	321,128	2,225	140,33

Table 4.5 Data Hasil Pengujian Pahat Sesudah Dikarbulasi

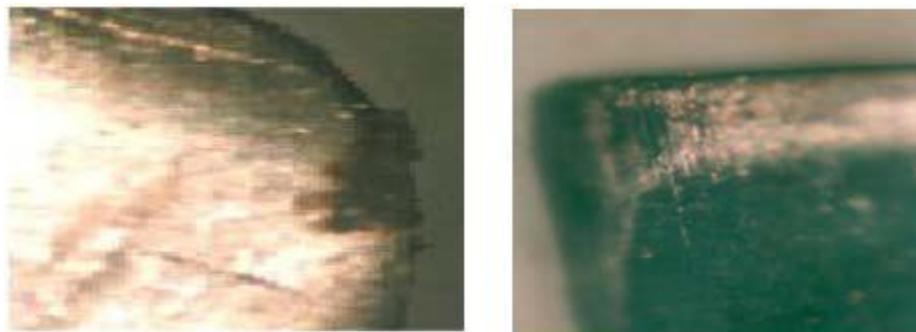
n (rpm)	VC (M/Menit)	a Total (mm)	tc (mm)	VB (mm)	T (min)
1700	170,805	16,5	15,111	0,654	14,750
1200	120,565	18,5	22,212	0,176	22,190
800	80,304	22	54,321	0,1223	53,740
540	54,255	35	135,321	0,143	140,33



Gambar 4.6 Grafik Hasil Pengujian Pahat Sebelum dan Sesudah Dikarbulasi

4.4 Fenomena Keausan Pahat Karbida

Pada $V_c = 54,255$ m/min Pada kecepatan ini keausan yang terjadi disebabkan oleh proses abrasif yang terjadi karena pengaruh gesekan antara geram dengan bidang geram dan bidang utama pahat. Proses abrasif ini terus membesar baik pada bidang utama pahat. maupun pada bidang geram. Pada bidang utama proses abrasif ini akan menjadi keausan tepi sedangkan pada bidang geram akan membuat permukaan bidang geram akan bertambah kasar. Akibatnya semakin lama pahat akan mengalami keausan yang ditandai dengan permukaan benda kerja yang dipotong bertambah kasar, gaya pemotongan yang terjadi bertambah besar yang ditandai dengan bunyi pada mesin yang bertambah keras. Keausan akibat proses abrasif ini akan terus berkembang sampai mencapai batas kritis keausan pahat. Mekanisme keausan yang terjadi karena adanya partikel yang keras pada benda kerja yang bergesekan dengan aliran material benda kerja pada bidang utama dan bidang geram. Pada bidang utama mekanisme ini lama kelamaan akan menyebabkan terjadinya keausan tepi, bagi pahat karbida pengaruh proses abrasif ini tidak begitu mencolok karena sebagian besar struktur pahat karbida merupakan karbida yang sangat keras, seperti yang terlihat pada Gambar dibawah ini 4.7



Gambar 4.7 (a) Mekanisme Abrasif pada Bidang Geram

(b) Mekanisme Abrasif pada Bidang Utama

Pada $V_c = 80,304$ m/min Pada kecepatan ini keausan yang disebabkan oleh proses abrasif terbentuk lebih cepat dan lebih besar sehingga keausan tepi yang terjadi lebih cepat mencapai batas kritis. Pada kecepatan ini besarnya keausan tepi yang terbentuk ditandai dengan permukaan bidang utama pahat lebih kasar. Keausan ini disebabkan oleh gesekan antara aliran material benda kerja pada bidang geram dan bidang utama pahat. Selain proses abrasif, keausan yang terjadi pada kecepatan ini juga disebabkan oleh adanya gaya adhesi. Gaya adhesi ini akan mengakibatkan penumpukan metal pada mata potong yang terkenal dengan nama BUE (*Built Up Edge*).

BUE terbentuk sangat besar dan lebih cepat pada mata potong. Hal ini dapat kita lihat dengan menggunakan mikroskop optik. Terjadinya penumpukan lapisan material yang baru saja terbentuk yang menempel pada sekitar bidang utama dan bidang geram. Mekanisme keausan ini disebabkan karena pada tekanan dan temperatur yang relatif tinggi menyebabkan permukaan logam yang baru terbentuk menempel (bersatu seolah-olah dilas) dengan permukaan logam yang lain.



Gambar 4.8 (a) Keausan Kawah Akibat Mekanisme Adhesi

(b) Mekanisme BUE yang Disebabkan Mekanisme Adhesi

Mekanisme adhesi yang terjadi adalah BUE (*Built Up Edge*) yang merupakan penumpukkan lapisan material pada bidang geram dekat mata potong. Mekanisme ini lama kelamaan akan membuat permukaan bidang geram menjadi kasar akibatnya keausan kawah yang terbentuk menjadi besar. BUE terbentuk lebih dominan pada kecepatan potong rendah ($V_c = 54,255$ m/min, semakin membesar dan menghilang seiring dengan bertambahnya waktu pemotongan. Pada $V_c = 120,565$ m/min Pada kecepatan ini keausan yang terjadi disebabkan oleh proses abrasif, adhesi dan kimiawi.

Pada awal pemotongan mata potong pahat terlihat seperti terbakar dan menimbulkan bunyi yang keras pada mesin. Proses pemotongan ini sangat kimiawi aktif dimana material benda kerja yang baru saja terpotong langsung menempel pada bidang geram dan bidang utama pahat didekat mata potong. Akibat adanya gaya adhesi maka BUE yang terbentuk sangat besar. Pada kecepatan inilah keausan tepi dan penumpukan metal pada mata potong (BUE) terbentuk lebih cepat hingga mencapai batas kritis keausan tepi maksimal. Mekanisme kimiawi terjadi karena permukaan material benda kerja yang baru saja terbentuk (permukaan geram dan permukaan benda kerja yang telah terpotong) sangat kimiawi aktif sehingga mudah bereaksi kembali dengan udara atau *coolant* dan menempel pada permukaan pahat sehingga akan mengurangi derajat penyatuan (afinitas) dengan permukaan pahat. Akibatnya proses keausan karena gesekan akan terjadi lebih cepat.

Pada $V_c = 170,805$ m/min Pada kecepatan ini keausan yang terjadi lebih kompleks dimana keausan yang terjadi disebabkan oleh proses abrasif, adhesi, kimiawi, dan deformasi plastis. Pada awal pemotongan mata potong pahat terlihat

seperti terbakar dan menimbulkan bunyi yang keras pada mesin. Proses pemotongan ini sangat kimiawi aktif dimana material benda kerja yang baru saja terpotong langsung menempel pada bidang geram dan bidang utama pahat didekat mata potong. Mekanisme ini terjadi karena pahat terdeformasi plastis akibat beban tekan dan deformasi karena beban geser yang tinggi pada bidang geram sehingga menyebabkan terjadinya keausan kawah.

Hal ini disebabkan seiring bertambahnya waktu pemotongan dan peningkatan temperatur pemotongan sehingga kekuatan pahat menurun seperti yang terlihat pada Gambar 49. ($V_c = 170,805$ m/min) berikut.



Gambar 4.9 (a) Bidang Geram, (b) Bidang Utama

Dalam penelitian ini mekanisme deformasi akibat beban tekan terjadi pada kecepatan potong disamping itu pada kecepatan potong yang tinggi keausan kawah yang terjadi lebih besar.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Dari pengujian yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada gerak makan tertentu dengan penambahan kecepatan potong juga mengakibatkan terjadinya kenaikan keausan tepi pahat sehingga umur pahat akan menurun.
2. Kenaikan kecepatan potong (V_c) akan mempercepat terjadinya keausan tepi pahat (VB), sehingga umur pahat akan menurun. Dan pada kecepatan potong yang sama pertumbuhan keausan tepi (VB) akan meningkat seiring dengan bertambahnya waktu pemotongan.
3. Semakin lama pahat kita gunakan maka akan mengalami keausan yang ditandai dengan permukaan benda kerja yang dipotong bertambah kasar, gaya pemotongan yang terjadi bertambah besar.

5.2 SARAN

1. Untuk lebih mengetahui mengenai pengaruh cairan pendingin terhadap laju keausan pahat pada proses permesinan kaca, sebaiknya dilakukan studi lanjut mengenai komposisi cairan pendingin yang paling bagus agar keausan pahat bisa dikurangi.
2. Untuk pengukuran temperatur sebaiknya dilakukan di bidang aktif pahat atau pada posisi yang paling dekat dengan bidang aktif pahat agar hasil

temperatur yang diperoleh valid dan bisa dijadikan sebagai bahan untuk analisa temperatur pahat pada penelitian selanjutnya.

3. Dengan meningkatnya kecepatan potong (V), maka angka keausan tepi (VB) pahat yang diperoleh akan semakin tinggi pada setiap penambahan kecepatan potong

DAFTAR PUSTAKA

A. Muis Syamsir, 1986, Dasar – Dasar Perencanaan Perkakas dan Mesin – Mesin Perkakas, Cv Rajawali.

Budiman, Analisis Umur dan Keausan Pahat Karbida, Universitas Bung Hatta, Padang

Darmawan. W, Loa, 1984, *Konstruksi Baja 1*, Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta Selatan.

Fajar Kurniawan, 2008, Tugas Akhir, Surakarta.

Marsyahyo, Eko, 2003, Mesin Perkakas Pemotongan Logam, Toga Mas, Malang

Syamsudin. R, 1997, *Teknik Bubut*, Puspa Swara, Jakarta.

Vliet, van G.L.J, Both ,W., 1983, *Teknologi Untuk Bangunan Mesin Bahan – Bahan 1*, Erlangga, Jakarta

[https://Jenis-jenis pahat bubut atau gurupujaz.wordpress.com](https://Jenis-jenis-pahat-bubut-atau-gurupujaz.wordpress.com), 12 Februari 2017

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama : zulfahmi
NPM : 1107230215
Tempat/Tanggal Lahir : Medan, 11 juni 1992
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Alamat : Medan,jalan krakatau / metal NO 36
 Kel/Desa :
 Kecamatan : medan deli
 Kabupaten : medan
Agama : Islam
Status : Pelajar / Mahasiswa
Email : zulfahmi030@gmail.com
No. HP : 082160724863
Nama Orang Tua :
 Ayah : suardi SK
 Ibu : nursamsi

PENDIDIKAN FORMAL

1999 - 2005 :SD Swasta Widiya Dharma
2005 - 2008 : SMP SwastaWidiya Dharma
2008 - 2011 : SMA Negeri 1 Simpang Kanan
2011 - 2017 : Mengikuti Program Studi S1 TeknikMesin
FakultasTeknikUniversitasMuhammadiyah
Sumatera Utara.