

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Semakin berkembangnya zaman, didalam pengetahuan teknologi dan produk baik di dalam pengetahuan konversi energy, material bahan perancangan mesin, seorang mahasiswa harus kreatif dan berkualitas dalam menciptakan suatu gagasan baru untuk masyarakat. Oleh karena itu Mahasiswa dituntut untuk memiliki tingkat kualitas yang tinggi dalam berkreatifitas. Khususnya dalam proses produksi yang menggunakan mesin-mesin perkakas. Adanya mesin perkakas produksi pembuatan komponen mesin akan lebih baik lagi bila memiliki ketelitian yang tinggi baik dalam pengerjaan logam disetiap pengerjaan mesin mempunyai persyaratan kualitas permukaan yang berbeda-beda, tergantung dengan type baja itu sendiri.

Pengaruh pada getaran pahat makan akan mengakibatkan integritas permukaan baja tersebut. Karena semakin besar getaran pahat, maka akan menghasilkan permukaan baja yang kurang baik maka harus diperhatikan apa penyebab terjadinya getaran pahat. Faktor terjadinya getaran pahat pada pengerjaan logam dalam menggunakan mesin bubut antara lain: kondisi mesin, bentuk ujung pahat, mata potong, kecepatan potong, bahan benda kerja, pendingin, ketebalan permukaan, dan operator. Ada beberapa hal yang dapat dialami oleh pahat proses pemotongan logam salah satu diantaranya adalah aus. Aus terjadi karena adanya perubahan energy mekanik pemotongan Menjadi energy panas. Perubahan energy tersebut terjadi akibat gesekan

antara pahat dan benda kerja, benda kerja dan geram, serta proses perusakan molekuler (ikatan atom) pada bahan bidang geser (*shear plane*), (Rochim 1993).

Yang mengakibatkan umur pahat berkurang selama proses permesinan berlangsung terjadi intraksi antar 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 yang akan semakin membesar sampai batas tertentu sehingga pahat tidak dapat dipergunakan lagi atau pahat telah mengalami kerusakan. Lamanya waktu untuk mencapai batas yang didefinisikan sebagai umur pahat (*tool life*).

1.2. Perumusan Masalah

Sesuai dengan judul penelitian ini maka pembahasan yang penulis kaji dan dalami adalah seputar pengaruh keausan mata pahat karbida H10 N15 pada pemotongan Baja AISI 1045 yang di Akibat pengaruh Noise.

1.3. Tujuan Penelitian

1. Menganalisa keausan pahat karbida H10 N15 terhadap proses pemotongan baja AISI 1045.
2. Menganalisa pengaruh noise yang diakibatkan proses pemotongan terhadap keausan pahat karbida H10 N15.

1.4. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini untuk menghindari ketidak beraturan pembahasan. Penulis membatasi kajian pada masalah keausan mata pahat pada baja AISI 1045 yang diakibatkan oleh kebisingan yang dihasilkan oleh mata pahat dan benda kerja pada saat proses pemotongan dengan menggunakan pahat karbida sisip H10 N15.

1.5. Manfaat Hasil Penelitian

Hasil penelitian ini memiliki manfaat utama, yaitu:

- a. Bagi dunia industri manufaktur, hasil penelitian ini memberikan informasi tentang keausan mata pahat yang diakibatkan oleh kebisingan yang dihasilkan pada proses pemotongan baja AISI 1045
- b. Bermanfaat bagi penelitian yaitu sebagai sarana memperdalam ilmu pengetahuan diproses manufaktur dalam pemotongan logam.
- c. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi bagi penelitian selanjutnya.
- d. Dan hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai rujukan implementasi konsep permesinan dalam pemotongan logam.

BAB 2

TUJUAN PUSTAKA

2.1. Bahan dan Klasifikasi Pahat

Prinsip dasar pemesinan adalah kemampuan ketangguhan (*toughness*) pahat terhadap benda kerja. Banyak perkembangan pada bahan pahat guna untuk semakin meningkatkan kemampuan pemesinan, dimana geometer dan bahan pahat merupakan hal yang perlu di pertimbangkan dalam proses pengerjaannya atau bias disebutsebut wet machining (Canter 2003) Syarat bahan pahat harus dipenuhi mencakup :

1. Kekerasan terutama pengaruh karena panas tujuan untuk menjaga suhu pemotongan dan mencegah perubahan bentuk plastic (*plastic deformation*).
2. ketangguhannya : harus dapat menahan beban yang tiba-tiba.
3. Rendah sifat adhesi terhadap benda kerja untuk mencegah BUE.
4. Rendah penyerapan (*solubility*) pahat terhadap unsur benda kerja untuk mencegah aus pahat.
5. Tahan aus untuk mendapatkan umur pahat yang panjang.

Kekerasan yang rendah pahat tidak diinginkan kaena mata potong akan terdeformasi, timbul keausan tepid an kawah yang besar sedangkan keuletan yang rendah akan mengakibatkan retak mikro. Secara umum klasifikasi pahat dapat digolongkan sebagai berikut:

1. Baja karbon, dengan maksimal 1,4% C dengan penambahan Mn, W dan Cr 2% Dipoleh kekerasan yang tinggi, digunakan pada pemesinan logam lunak.
2. HSS (*high speed steel*) adalah baja paduan tinggi dengan unsur utama Cr dan *Wolfram* diproses dengan penguangan, serta perlakuan panas, sehingga mampu mencapai kecepatan potong yang cukup tinggi.
3. Paduan cor non ferro, terdiri atas 4 macam elemen utama yaitu *Cobalt* sebagai pelarut Cr W membentuk karbida dan C meningkatkan kekerasan dan tahan aus digunakan pada pemesinan kasar dengan beban kejut
4. Karbida, merupakan bahan pahat yang dibuat dengan cara menyinter (*sintering*) serbuk karbida (Co). Camrburizing dilakukan masing-masing bahan dasar serbuk Tungsten (*wolfram*) Titanium, Tantalum dibuat menjadi karbida yang kemudian digiling dan disaring. Campuran serbuk karbida tersebut menjadi yang kemudian digiling dan disaring. Campuran serbuk karbida tersebut kemudian dicampur dengan bahan pengikat cobalt dan suhu 1000 °C untuk menguapkan bahan pelumas kemudian sintering pada suhu 1550 °C berbentuk keeping (sisipan). Hasil proses cetak tekan akan menyusut menjadi sekitar 80% dari volume semula. Hot hardnessnya hanya akan menurun bila terjadi pelunakan elemen pengikat. Semakin besar presentase pengikat *cobalt* maka kekerasannya menurun dan sebaliknya keuletannya semakin baik. jenis pahat karbida sisipan adalah:
 - a. Karbida Tungsten (WC +Co), yang merupakan jenis pahat karbida untuk memotong besi tuang (*cast iron cutting grade*).

- b. Karbida Tungstan Paduan (WC + TiC +Co: WC + TaC+ TiC +Co: WC + TAC + Co: WC + TiC + TiN + Co: TiC + Ni,Mo) merupakan jenis pahat karbida untuk pemotongan baja (*steel cutting grade*).
- c. Karbida lapis (*coated cemented carbides*) merupakan jenis karbida tungsten yang dilapis(satu atau beberapa lapisan) karbida, nitrida, atau oksida lain yang lebih rapuh tetapi hot hardnessnya tinggi.

Berikut adalah beberapa jenis pahat karbida yang tidak berlapis maupun yang berlapis maupun yang dengan keunggulan masing masing:

- a. Karbida *Tungsten* (WC+Co) murni: merupakan jenis yang paling sederhana dimana hanya terdiri atas dua elemen yaitu karbida Tungsten (WC) dan pengikat cobalt (Co) jenis yang cocok untuk pemesinan dimana mekanisme keausan pahat terutama disebabkan oleh proses abrasi seperti pada pemesinan berbagai jenis besi tuang sehingga dinamakan cast iron cutting grade. Apabila digunakan pada bahan baja maka akan terjadi keausan kawah.
- b. Karbida WC+TiC++CO: TiC berfungsi mengurangi tendensi dari geram untuk melekat pada muka pahat (*BUE*) serta sebaliknya *transverse reapture strength, strength* dan *impact strength* menurun dengan penambahan TiC. Dengan memperluas butir WC dan mengurangi Cobalt dapat memperbaiki tranverse reapture strength sekitar 30%.
- c. Karbida WC+TaC+TiC+Co: penambahan TaC memperbaiki efek semping TiC yang menurunkan *transverse reapture strength. Hot*

hardness dan *compressive strength* dipertinggi agar ujung pahat tahan *deformasi plastik*.

- d. Karbida WC+TaC+Co: Pengaruh TaC adalah hampir serupa dengan pengaruh TiC, akan tetapi TaC lebih lunak dibandingkan dengan TiC. Jenis ini lebih tahan terhadap thermal *shock* maka cocok pada penggunaan seperti pembuatan alur dalam dimana pengunaan cairan pemotongan sulit dilakukan sedangkan panas akibat pemotongan besar.
- e. Karbida Titanium, jenis pahat ini terbuat dari TiC+Ni+M+N & Molybdenum berfungsi sebagai bahan pengikat menggunakan Cobalt. Kekerasannya sangat tinggi (92,1-93,5 HRA) dengan transverse reapture strength sebesar 1220-1400 N/mm².

2.2.Jenis Benda Kerja

2.2.1. Baja Karbon

Baja karbon merupakan material yang telah lama digunakan sebagai material alat potong. Alat potong baja karbon mengandung sekitar 0,8% - 1,3% karbon, sekitar 1% mangan, dan 0,1% - 0,4% silikon.

Karena mengandung karbon yang tinggi, material baja karbon untuk alat potong ini dapat dikeraskan melalui perlakuan panas (*heat treatmen*) dan kekerasannya bisa mncapai 62 RC. Tetapi material baja karbon akan mulai melunak pada suhu 180°C. Pahat bubut baja karbon memiliki kecepatan potong yang rendah, yaitu sekitar 5 meter/menit.



Gambar 2.1. Pahat Bubut Baja

Karena keterbatasannya ini, sekarang material baja karbon sudah jarang digunakan sebagai pahat bubut. Material baja karbon masih banyak digunakan pada alat-alat potong seperti kikir, daun gergaji, pahat tangan, reamer dan lain-lain.

2.2.2. Baja Kecepatan Tinggi (HSS)

Pahat bubut yang terbuat dari baja kecepatan tinggi atau *high speed steel* (HSS) bisa dikatakan sebagai pahat pengganti pahat bubut baja karbon. Pahat bubut HSS memiliki kecepatan potong sekitar 4 kali lebih cepat dibandingkan pahat bubut baja karbon.

Unsur-unsur paduan yang umum digunakan untuk membuat material HSS adalah *wolfram/tungsten* (W), *kromium* (Cr), *vanadium* (V), *molibdenum* (Mo), dan *kobalt* (Co). Unsur-unsur paduan ini akan memberikan sifat-sifat tertentu yang diinginkan, seperti meningkatkan sifat kekerasan panas, ketahanan aus dan kekuatan pada HSS. Karakteristik ini memungkinkan HSS memiliki kecepatan

Potong yang lebih tinggi dan kinerja yang lebih baik daripada baja karbon.

Kecepatan potong pahat bubut HSS berkisar antara 10 - 60 m/menit.



Gambar 2.2. Pahat Bubut HSS

Ada beberapa jenis baca kecepatan tinggi, antara lain HSS seri-T dan HSS seri-M yang merupakan jenis HSS yang banyak digunakan:

Tabel 1. Komposisi HSS seri-T dan seri-M

Seri	W	Mo	Cr	V	Co	C
T1	10	-	4	1	-	0,70
T4	18	-	4	1	5	0,75
T6	20	-	4	2	12	0,80
M2	6	5	4	2	-	0,80
M4	6	5	4	4	-	1,30
M15	6	3	4	5	5	1,55
M42	1,5	9,5	4	1,1	8	1,08

HSS tungsten (HSS seri-T) dikembangkan terlebih dahulu di mana HSS seri-T ini biasanya mengandung tungsten sekitar 12% - 18% ditambah kromium

4% dan vanadium sekitar 1% - 5%. Kemudian ditemukan bahwa material molibdenum dapat menggantikan sebagian besar tungsten sehingga menghasilkan

Jenis HSS seri-M dengan formulasi yang lebih ekonomis yang memiliki ketahanan abrasi yang lebih baik daripada HSS seri-T serta mengalami distorsi yang lebih rendah selama perlakuan panas. HSS seri-M ini mengandung sekitar 1,5% - 10%

Tungsten, 5% - 10% molibdenum, 1% - 4% vanadium, 4% - 5% kromium dan kobalt sekitar 5% - 10%.

Beberapa jenis HSS sekarang tersedia dalam bentuk logam serbuk yang dibuat dengan metode metalurgi serbuk. Perbedaan antara HSS logam serbuk dan HSS konvensional adalah pada metode pembuatannya. Kebanyakan HSS konvensional dibuat dengan metode pengecoran di mana logam cair dituangkan ke dalam cetakan sesuai dengan bentuk yang diinginkan.

Pada pembuatan HSS logam serbuk, pada dasarnya logam yang sama untuk membuat HSS konvensional, disiapkan dalam bentuk serbuk yang sangat halus. Selanjutnya logam serbuk ini dicampur secara seksama, ditekan dalam cetakan di bawah tekanan yang tinggi, kemudian disinter dalam tungku bersuhu tinggi hingga menjadi massa yang menyatu.

Beberapa industri juga mengembangkan alat potong HSS yang permukaannya dilapisi dengan material yang tahan panas dan tahan aus, seperti TiC (*titanium carbide*), TiN (*titanium nitride*) dengan proses pengendapan uap kimia (*Chemical Vapour Deposition* atau *CVD*).

Pahat HSS banyak digunakan untuk memotong material-material, seperti baja paduan, baja tahan karat (*stainless steel*), dan material-material yang tahan

Terhadap suhu tinggi. Pada umumnya HSS dipakai sebagai alat potong dalam kondisi:

- a. Alat potong memiliki geometri yang kompleks.
- b. Alat potong yang getas seperti yang terbuat dari keramik dan lain-lain tidak sesuai digunakan di bawah pembebanan kejut.
- c. Alat potong dapat digunakan dengan beberapa kali pengasahan.

2.2.2. Paduan Tuang Non Ferro

Unsur-unsur paduan pada material HSS, seperti kobalt, kromium, dan tungsten dapat memperbaiki sifat-sifat pemotongan sehingga para ahli metalurgi mengembangkan suatu paduan tuang bukan besi (non ferro).

Komposisi khas dari paduan tuang ini adalah kobalt 40% - 50%, kromium 27% - 32%, tungsten 14%-29% dan karbon 2%-4%. Tujuannya adalah untuk memperoleh alat potong dengan kekerasan panas yang lebih baik daripada HSS serta memiliki ketahanan aus yang tinggi.

Pahat bubut yang terbuat dari paduan tuang non ferro dapat bekerja dengan baik pada pemotongan yang terputus-putus (*interrupted cutting*) dan pemotongan produk-produk coran. Paduan tuang bukan besi memiliki kemampuan melumasi yang baik, tahan korosi serta dapat mencegah pengelasan atau penempelan material benda kerja pada bagian tepi mata pemotong. Secara umum, alat potong dari paduan tuang dapat beroperasi pada kecepatan potong 2 kali atau lebih daripada kecepatan potong HSS. Alat potong dari paduan tuang non ferro ini dibuat dengan cara dicor secara presisi sehingga hanya memerlukan sedikit

Pemesinan. Paduan tuang bukan besi ini dapat digerinda dengan roda gerinda standar, meskipun prosesnya sedikit lebih lambat.

Dalam proses pembuatan alat potong dari paduan tuang ini, unsur-unsur paduan dilebur dalam suatu tanur listrik, kemudian dituangkan dalam cetakan. Hasil pembekuan yang cepat dari paduan yang dicor menghasilkan material yang memiliki kekerasan yang tinggi dan struktur yang sangat halus.

Alat potong yang terbuat dari paduan tuang ditawarkan dalam berbagai nama dagang, seperti stellite, tantung, black alloy 525 dan crobalt. Pada suhu kamar, paduan tuang non ferro memiliki kekerasan yang kira-kira sama dengan material HSS, tetapi paduan tuang dapat mempertahankan kekerasan dan ketahanan ausnya pada suhu tinggi.



Gambar 2.3. Pahat Bubut Paduan Tuang Non Ferro

Ketika menggerinda pahat bubut dari paduan tuang non ferro, harus diperhatikan bahwa pahat paduan tuang jangan dicelupkan dingin (*quenching*) ke dalam air, karena dapat menyebabkan keretakan mikroskopik pada pahat, tetapi harus dibiarkan dingin di udara. Sewaktu membubut menggunakan pahat paduan

Tuang, maka sebaiknya membanjiri mata pemotongnya dengan cairan pendingin secara terus menerus atau sama sekali tidak menggunakan cairan.

Untuk membedakan pahat HSS dan pahat paduan tuang adalah cukup mudah, yaitu dengan menggunakan sebuah magnet. Jika pahat tersebut dapat menempel pada magnet berarti itu pahat HSS, sedangkan jika pahat tidak dapat menempel pada magnet itu berarti pahat paduan tuang, karena material paduan tuang merupakan material non magnetik. Alat potong paduan tuang non ferro sangat cocok untuk memotong material-material seperti baja tahan karat, besi cor,

Baja karbon tinggi dan baja sangat liat. Pahat paduan tuang juga cocok untuk memotong logam-logam non ferro, seperti aluminium, kuningan, titanium dan perunggu.

2.2.4. Karbida

Pada masa sekarang ini alat potong karbida telah banyak menggantikan alat potong HSS. Pahat karbida memiliki kecepatan potong 3 sampai 5 kali lebih cepat daripada kecepatan potong HSS. Pahat karbida mempunyai sifat-sifat kekerasan yang tinggi pada berbagai tingkatan suhu, konduktivitas termal yang tinggi serta modulus yang juga tinggi dan ketahanan aus yang baik, sehingga alat potong yang terbuat dari karbida merupakan alat potong yang efektif dan efisien.

Karbida sementasi (*cemented carbide*) atau sering disebut sebagai karbida saja dibuat dengan metode metalurgi serbuk. Proses pembuatan karbida dilaksanakan dengan proses sintering atau hot isostatic pressing (HIP), di mana partikel-partikel karbida halus digabungkan dengan menggunakan suatu pengikat (*binder*).

Karbida yang pertama dikembangkan adalah tungsten karbida, di mana dalam pembuatannya serbuk tungsten karbida diikat oleh suatu pengikat logam

Yang umumnya menggunakan kobalt sebagai pengikat. Selama proses ini pengikat (*kobalt*) memasuki tahap mencair sedangkan serbuk karbida akan tetap dalam wujud padat karena memiliki titik lebur yang lebih tinggi hasilnya, pengikat akan menyemen atau menyatukan massa butiran karbida dan membentuk komposit matriks logam (Bagio, 1996).

Alat potong karbida tersedia dalam bentuk mata pemotong solid dan mata pemotong sisipan yang dilapisi yang disekrupkan atau yang dibrasing pada ujung badan/tangkai pahat.



Gambar 2.4. Pahat Dan Mata Pemotong Sisipan Karbida

Alat potong karbida dapat dibedakan menjadi karbida kelas bukan baja dan karbida kelas baja. Karbida kelas bukan baja harus memiliki sifat lebih tahan terhadap aus abrasif, sedangkan karbida kelas baja harus lebih tahan terhadap keausan kawah (*cratering*) dan lebih tahan panas.

Karbida kelas bukan baja digunakan untuk memotong material-material bukan baja terutama besi tuang dan logam non ferro, sedangkan karbida kelas baja digunakan untuk memotong material-material baja. Karbida kelas bukan baja terbuat dari tungsten karbida murni dan kobalt sebagai pengikat. Pada karbida

Kelas baja, selain tungsten karbida dan kobalt sebagai dasar, juga ditambahkan titanium karbida (TiC) dan tantalum karbida (TaC).

Karbida kelas bukan baja dan kelas baja diklasifikasikan sebagai karbida kelas-C. Pada pengelompokan karbida ini, kelas C1 sampai C4 merupakan karbida kelas bukan baja dan kelas C5 sampai C8 merupakan karbida kelas baja.

Tabel 2. Pemakaian Karbida Kelas-C

C1	Pengasaran	C5
C2	Tujuan Umum	C6
C3	Finishing	C7
V4	Finishing yang presisi	C8

Sementara itu, International Organization for Standardization (ISO) telah mengembangkan standar-standar untuk pengelompokan alat potong karbimda, seperti pada tabel di bawah ini.

Tabel 3. Klasifikasi Alat Potong Karbida

Kode ISO	Kode warna	Aplikasi
P	Biru	Untuk memotong material-material yang umum, membentuk tatal panjang seperti baja karbon dan baja paduan rendah.
M	Kuning	Untuk memotong logam-logam fero yang membentuk tatal panjang dan pendek, seperti baja tahan karat.

K	Merah	Untuk memotong logam-logam fero, logam-logam non fero dan material bukan logam yang membentuk tatal pendek, seperti besi tuang, kuningan dan lain-lain.
---	-------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Kecepatan potong pahat karbida yang tidak dilapisi berkisar antara 30 - 150 m/ menit dan 100 - 250 m/menit untuk karbida yang dilapisi.

Alat-alat potong karbida tersedia dalam bentuk yang tidak dilapisi dan karbida yang dilapisi. Di mana sekitar 2/3 dari alat potong karbida yang digunakan pada masa sekarang merupakan alat potong karbida.

Ada beberapa jenis pelapis alat potong karbida, tiga jenis pelapis karbida yang banyak digunakan adalah:

- a. Titanium nitrida (TiN), pelapis TiN dapat memperkecil gesekan antara alat potong dan benda kerja.
- b. Titanium karbida (TiC), pelapis TiC dapat memperkuat ikatan antara bahan pelapis dan material yang dilapisi.
- c. Aluminium oksida (Al_2O_3), pelapis aluminium oksida bisa meningkatkan ketahanan aus abrasif dari alat potong.

Pada umumnya proses pelapisan karbida dilakukan melalui proses pengendapan uap kimia (chemical vapour deposition atau CVD) atau melalui proses PVD (physical vapour deposition).

Penambahan pelapis pada pahat karbida dimaksudkan untuk memperpanjang umur pahat atau meningkatkan kecepatannya. Pemakaian

Pelapis dapat memperpanjang hingga 10 kali umur pahat dengan meningkatkan kekerasan dan ketahanan aus serta memperkecil gesekan. Dengan demikian pelapisan pada mata pemotong pahat karbida dapat meningkatkan produktivitas pahat.

2.2.5. Keramik

Alat potong keramik merupakan bahan bukan logam yang keras, dan dapat mempertahankan kekerasannya pada suhu tinggi, ketahanan aus abrasif dan aus kawah yang sangat baik, konduktivitas termal rendah serta memiliki kecepatan potong yang tinggi, yaitu sekitar 150 - 650 m/menit.

Pahat keramik sangat cocok untuk memotong besi tuang, baja yang keras, dan paduan-paduan super. Meskipun alat potong keramik lebih keras daripada alat potong karbida, tetapi alat potong keramik tidaklah efektif sebagai alat potong serba guna. Sifat kegetasannya (brittle) yang tinggi merupakan kelemahan terbesar dari alat potong keramik. Oleh karena itu alat potong keramik tidak cocok untuk pemotongan terputus-putus (interrupted cutting) dan pemotongan berat. Secara garis besar ada dua jenis material keramik yang digunakan untuk alat potong, yaitu keramik berbasis aluminium oksida (Al_2O_3) dan keramik berbasis silikon nitrida (Si_3N_4).

Material keramik untuk alat potong dapat dibuat dengan proses pengepresan panas dan pengepresan dingin. Bahan dasar keramik berupa serbuk

Aluminium oksida atau silikon nitrida yang dipres dalam suatu cetakan berbentuk mata pemotong sisipan, kemudian disinter pada suhu yang tinggi.

Mata pemotong keramik aluminium oksida memiliki ketahanan aus abrasif dan kekerasan yang tinggi serta stabilitas kimia yang baik dibandingkan mata pemotong HSS dan karbida.



Gambar 2.5. Mata Pemotong Sisipan Keramik.

Penambahan zirconia (ZrO_2) sekitar 15% pada keramik berbasis aluminium oksida, menghasilkan material yang secara kimia sangat stabil, kekuatan dan ketangguhan yang tinggi, memperkecil terjadinya retak.

Penambahan titanium karbida (TiC) sekitar 30% pada keramik aluminium oksida yang dipres panas atau dipres dingin, menghasilkan material yang memiliki kekuatan dan ketangguhan yang baik yang cocok untuk memotong besi tuang keras dan baja paduan pada kecepatan sekitar 150 sampai 200 m/menit.

Sifat, kinerja dan rentang pemakaian dari keramik berbasis aluminium oksida telah diperbaiki secara signifikan melalui peningkatan ketangguhan patah hingga 2,5 kali, kekuatan pecah melintang (*transverse rupture strength*) dan konduktivitas termal dengan penguatan oleh serat-serat silikon karbida (SiC).

Mata pemotong keramik silikon nitrida merupakan mata pemotong yang lebih tahan patah oleh kejutan mekanik dan kejutan termal karena memiliki kekuatan pengikatan yang lebih baik ketangguhan dan konduktivitas yang lebih tinggi, tetapi lebih sukar diproses dan kekerasannya. Keramik silikon nitrida

Yang diperkuat dengan serat silikon karbida (SiC) akan meningkatkan ketangguhan, kekuatan dan konduktivitas termal keramik tanpa mengorbankan kekerasan dan ketahanan ausnya. Penambahan serat SiC sekitar 5% - 25% pada keramik berbasis silikon nitrida akan meningkatkan ketangguhan patah terutama melalui defleksi retak dan penjembatanan retak (*crack bridging*).

Suatu keramik campuran antara silikon nitrida dan aluminium oksida yang dipres panas dan disinter telah menghasilkan keramik komposit yang disebut sebagai SIALON. Keramik SIALON memiliki sifat-sifat yang baik dari material penyusunnya, seperti kekerasan panas yang tinggi, ketahanan aus yang baik, .Pahat bubut SIALON dapat memotong baja dan besi tuang pada kecepatan potong yang tinggi, yaitu sekitar 250 - 300 m/menit.

2.2.6. Cermet

Cermet merupakan material alat potong yang terutama terdiri dari partikel-partikel keras berbasis titanium. Nama cermet sendiri berasal dari kata ceramic dan metal. Keramik dikenal sebagai material yang tahan panas tapi getas atau rapuh, sedangkan logam dikenal sebagai material yang ulet tapi tidak tahan panas. Cermet memiliki sifat baik dari kedua material penyusun ini, yaitu tahan panas dan tidak getas (*brittle*). Cermet adalah bahan yang sangat keras yang terutama terbuat dari material keramik seperti titanium karbida (TiC), titanium nitrida

(TiN), atau titanium karbonitrida (TiCN) dengan pengikat logam nikel atau kobalt dengan persentase sebesar 10% - 20%.

Cermet (Dawson,1999) memiliki kinerja pemotongan yang terletak antara alat potong karbida dan alat potong keramik. Dibandingkan kekerasan panas,

ketahanan aus abrasif dan stabilitas kimia alat potong karbida, kekerasan panas, stabilitas kimia dan ketahanan aus cermet lebih tinggi.

Cermet mempunyai kekuatan yang lebih besar daripada keramik. Oleh karena itu, cermet dapat melaksanakan pemotongan terputus-putus dengan lebih baik. Tetapi, bila dibandingkan dengan keramik solid, terdapatnya titanium karbida dalam cermet akan mengurangi kekerasan panas dan ketahanan aus abrasif.

Permukaan mata pemotong cermet sangat halus, sehingga tatal dapat bergerak dengan mudah dan mencegah penempelan material benda kerja pada tepi pemotong.



Gambar 2.6. Mata Pemotong Sisipan Cermet

Pemotongan dengan cermet akan menghasilkan kualitas finishing yang sangat baik. Cermet merupakan material alat potong yang unggul untuk hampir semua aplikasi pemesinan yang menuntut kualitas permukaan akhir yang tinggi dengan dimensi dan toleransi yang ketat. Pahat cermet cocok untuk memotong

Baja karbon dan baja paduan, juga dapat digunakan untuk memotong baja tahan karat dan material-material suhu tinggi. Aplikasi khas dari cermet adalah Finishing baja tahan karat, besi cor nodular, baja karbon rendah dan baja feritik. Cermet dapat digunakan pada hampir semua logam ferro, tetapi cermet kurang

cocok dipakai untuk memotong aluminium. Kecepatan potong pahat cermet berkisar antara 150 sampai 350 m/menit.

2.2.7. Boron Nitrida Kubus (*Cubic Boron Nitride*)

Boron nitrida kubus atau *Cubic Boron Nitride* yang sering disingkat CBN merupakan material yang sangat keras, hanya intan yang lebih keras daripada CBN. Material CBN dapat mempertahankan kekerasannya ini pada suhu yang sangat tinggi sampai suhu 1000° C lebih, perbandingan kekerasan dari berbagai material alat potong Pahat CBN dapat menyayat material benda kerja pada kecepatan potong hingga 5 kali lebih cepat daripada pahat karbida. CBN memiliki kekuatan tekan sekitar 4800 MPa, konduktivitas termalnya 2 kali tembaga, stabil secara termal dan tahan oksidasi hingga suhu 1900°C. Material CBN dapat mempertahankan kekerasan dan ketangguhan patahnya pada kecepatan tinggi.



Gambar 2.7. Mata Pemotong Sisipan CBN

Alat potong CBN dapat digunakan baik dalam bentuk mata pemotong solid atau mata pemotong lapisan yang dibuat dengan pengikatan suatu lapisan (dengan Ketebalan 0,5 mm hingga 1 mm) polikristalin CBN pada lapisan dasar karbida berbasis kobalt pada suhu dan tekanan yang sangat tinggi.

Pahat CBN akan bekerja secara efektif sebagai alat potong untuk material-material yang umum. Tetapi sebaiknya CBN digunakan untuk memotong material-material yang sangat keras dan yang sukar dimesin.

Material-material yang dianjurkan untuk dipotong dengan CBN adalah : baja paduan, baja perkakas, HSS, besi tuang, baja tempa, baja kromium, *monel*,

Stellite, inconel, waspoloy, nihard dan lain-lain. Pahat bubut CBN merupakan alat potong yang mahal dibandingkan pahat bubut konvensional.

2.3 Mata Pahat

Dalam kehidupan seorang ahli engineering tentu tidak jauh dari yang namanya perakakas, maka sebaiknya kita mengetahui berbagai perkakas atau alat dalam suatu mesin. Hal yang penting perlu kita ketahui salah satunya adalah pahat pada mesin bubut CNC, supaya dapat menentukan alat (pahat pemotong) ini untuk memotong misalnya, sedangkan alat (pahat bor) untuk mengebor, dan lain-lain. Maksudnya yang diharapkan kedepan dapat mengetahui fungsi dari jenis-jenis pahat tersebut dan dapat menerapkan didunia kerja.

Pada mulanya untuk memotong baja digunakan baja karbon tinggi sebagai bahan perkakas potong dimana kecepatan potong pada waktu itu hanya boleh mencapai sekitar 10m/menit. Berkat kemajuan teknologi, kecepatan potong ini dapat dinaikan dengan menggunakan pahat potong karbida.

Jenis-Jenis pahat yang di pakai pada proses pemesinan adalah:

1. Jenis karbon (*High Carbon Steels*)
2. HSS (*High Speed Steels*)
3. Paduan *Cor Nonferro* (*cast Nonferrous Alloy*)

4. Karbida (*Cemented Carbides*)
5. Keramik (*ceramics*)
6. CBN (*Cubic Boron Nitride*)
7. Intan (*Sintran Diamonds and Natural Diamonds*)

Tabel 4 Perbandingan Sifat Pahat

Bahan Pahat	Kecepatan Potong (m/menit)	Temperatur Kekerasan Panas (°c)	Kekerasan (HRA)
Baja Karbon	10	300	60
HSS	25-65	650	83-86
Paduan kobalt cor	50-200	925	82-84
Keramik	330-650	>2000	91-95
CBN	500-800	1300	4000-5000HK
Intan	300-1500	>650	7000-8000HK

Sumber: Kalpajian (1995)

2.4. Pahat Karbida

Perkakas karbida yang hanya mengandung wolfram karbida dan kobalt (94% wolfram karbida dan 6% kobalt) adalah cocok untuk memesis besi cor dan semua bahan lain kecuali baja. Untuk memesis bahan baja ditambahkan titanium dan tantalum karbida.

Jenis karbida yang “disemen” (*cemented carbides*) ditemukan pada tahun 1923 (KRUPP WIDIA) merupakan bahan yang dibuat dengan cara menyeter (*sintering*) serbuk karbida (nitrida, oksida) dengan bahan pengikat yang umumnya kobalt (Co). Dengan cara *karburizing* masing-masing bahan dasar (serbuk)

Tungsten wolfram (W) titanium (Ti) tantalum (Ta) yang di buat menja dikarbida yang kemudian di giling (*ball milling*) dan disaring. Salah satu atau campuran serbuk carbide tersebut kemudian dicampuran dengan bahan pengikat (Co) dan di cetak tekan dengan memakai bahan pelumas. Setelah itu *presintering* (1.000°C) Sehingga bentuknya akan berkurang menjadi 80% dari bentuk sebelumnya.

2.4.1. Umur Pahat

Umur pahat (*Cutting toll life*) adalah sesuatu yang penting untuk dipertimbangkan secara ekonomis dalam pemotongan logam, Pada pemotongan kasar (*roughing*) bermacam-macam sudut pahat (*tool angel*) kecepatan potong (*cutting speed*) dan kecepatan pemakan (*feed*) selalu dipilih dengan tepat untuk mendapatkan umur pahat (*Tool life*) yang ekonomis.

Pemilihan bentuk pahat (*tool shape*) dan kondisi pemotongan (*cutting condition*) yang tidak tepat akan mendapatkan *tool life* yang tidak ekonomis,

Sebab akan memperpanjang waktu pengesahan dan penggantian pahat (*tool replacement*) dan akan menambahkan kondisi pemotongan untuk mendapatkan umur pahat yang panjang juga tidak ekonomis karena dapat berakibat angka produksi per satuan waktu menurun (Bagio,1996)

Keausan yang terjadi pada pahat dapat menimbulkan peningkatan terhadap gaya pemotongan sehingga akan berdampak terhadap kerusakan pahat yang lebih fatal, kerusakan benda kerja dan kerusakan mesin perkakas.

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi hayat (umur pahat) antara lain:

- a. Jenis material / benda kerja yang menyangkut kekerasannya.
- b. Kecepatan
- c. Dalamnya pemotongan
- d. Langkah makan (*feeding*)
- e. Pendingin

Dalam proses pemesinan, yang sangat perlu di perhatikan adalah umur pahat. Karena umur pahat berhubungan dengan keausan pada pahat. Adapun yang mempengaruhi umur pahat adalah geometri pahat, jenis material benda kerja, material pahat. Kondisi pemotongan dan cairan pendingin.

Berikut penyebab keausan pada pahat secara Umum :

- a. Proses Abrasif
- b. Proses kimiawi

- c. Proses adhesi
- d. Proses difusi
- e. Proses oksidasi
- f. Proses deformasi plastik
- g. Proses keretakan, dan kelelahan
 - Adanya partikel yang keras pada benda kerja yang menggesek aliran material aliran material benda kerja pada bidang menggesek bersama aliran material benda kerja pada bidang geram dan bidang utama pahat.

2.5. Pengertian dan Cara Menggunakan Sound Level Meter



Gambar. 2.8 Soud level Meter

Sound level Meter adalah suatu perangkat alat uji untuk mengukur tingkat kebisingan suara, hal tersebut sangat di perlukan terutama untuk lingkungan industri, contoh pada industri penerbangan dimana lingkungan sekitar harus diuji tingkat kebisingan suara atau tekanan suara yang ditimbulkannya untuk mengetahui pengaruhnya terhadap lingkungan sekitar.

022WW Mperlu Sound Level Meter?

Jawaban sederhananya, mengapa perlu menggunakan SLM adalah untuk mengetahui apa yang terjadi. Pengukuran SLM juga dapat digunakan untuk memverifikasi persis berapa banyak tingkat suara telah berubah. Siapapun yang terlibat dalam pekerjaan sound system menyadari bahwa ada masalah yang sedang berlangsung dan peningkatan masalah tingkat volume yang dihasilkan dalam performance public, dan khususnya, dalam penguatan musik pop.

Berikut ini adalah cara menggunakan sound level meter yang dapat kita ikuti:

1. Pertama-tama aktifkan alat ukur sound level meter yang akan digunakan untuk mengukur.
2. Pilih selektor pada posisi fast untuk jenis kebisingan continue atau berkelanjutan atau selektor pada posisi slow untuk jenis kebisingan impulsive atau yang terputus-putus.
3. Pilih selektor range intensitas kebisingan.
4. Kemudian, tentukan area yang akan diukur.
5. Setiap area pengukuran dilakukan pengamatan selama 1-2 menit dengan kurang lebih 6 kali pembacaan.
6. Hasil pengukuran berupa angka yang ditunjukkan pada monitor.
7. Tulis hasil pengukuran dan hitung rata-rata kebisingannya, maka akan diketahui hasil pengukuran dari kebisingan tersebut.

Sound Level Meter saat ini memiliki standarisasi internasional dengan standar EC 61672:2003. Ada beberapa faktor yang menjadi pengaruh dalam pengukuran menggunakan sound level meter ini hal tersebut membuat gelombang

Suara yang terukur bisa jadi tidak sama dengan nilai intensitas gelombang suara sebenarnya. faktor tersebut sebagai berikut:

Adanya angin yang bertiup dari berbagai arah menyebabkan tidak akuratnya nilai yang terukur, Pengaruh kecepatan angin membuat nilai intensitas suara yang terukur tidak sesuai dengan intensitas suara. Posisi tempat pengukuran yang terbuka seperti disekitar yang banyak tumbuhan dimana suara yang di uji banyak diserap oleh tumbuhan sehingga pengukuran tidak maksimal.

Dari beberapa faktor tersebut diketahui bahwa perjalanan suara berpengaruh dengan benda sekitar yang menyerap suara. Berikut ini adalah beberapa alat uji sound level meter untuk mengukur kebisingan suara yang memiliki kualitas terpercaya sehingga data yang di dapatkan sangat akurat.

Saat ini ada banyak sekali jenis jenis alat ukur kebisingan yang ada di pasaran, selain pilihan merk, jenis dan harganya pun sangat bervariasi. Namun sebaiknya pemilihan tetap dilakukan dengan cermat dan selektif agar bisa menemukan jenis alat ukur kebisingan.

2.6. Pemilihan Bahan Baja AISI 1045

Baja didefinisikan sebagai paduan baja antara besi (Fe) dan karbon, dengan kandungan karbon tidak lebih dari 1,7% Baja karbon yang memiliki satu atau lebih unsur paduan disebut baja paduan (alloy steel) unsur paduan utama adalah: Chormium (Cr), Nikel (Ni), Vanadium (v), Molibdenum (Mo), dan Tungsten (W), unsur-unsur paduan ini berpengaruh terhadap sifat mekanik sifat baja. Kekerasan adalah salah satu sifat mekanik baja yang dapat dirubah melalui perlakuan panas (*Heat treatment*), tapi semua jenis baja dapat dirubah kekerasan

Nya melalui perlakuan panas, Kelompok material baja yanagn dapat dirubah kekerasanya melalui perlakuan paas adalah kelompok baja perkakas (*tool material*).

Baja adalah paduan ferro-karbon dengan kadar karbon tidak lebih dari 2%, apabila kandungan karbonnya lebih dari 2 % disebut sebagai besi tuang (*cast iron*). Baja AISI 1045 adalah baja karbon yang mempunyai kandungan karbon sekitar 0,43 -0,50 dan termasuk golongan baja karbon menengah.

Baja spesifikasi ini banyak digunakan sebagai komponen automotif misalnya untuk komponen roda gigi pada kendaraan bermotor. Baja AISI 1045 disebut sebagai baja karbon karena sesuai dengan pengkodean internasional, yaitu seri 10xx berdasarkan nomenklatur yang dikeluarkan oleh AISI dan SAE. Pada

Angka 10 pertama merupakan kode yang menunjukkan plain carbon kemudian kode xxx setelah angka 10 menunjukkan komposisi karbon. Jadi baja AISI 1045 berarti baja karbon atau plain carbon steel yang mempunyai komposisi karbon sebesar 0,45%.

Baja spesifikasi ini banyak digunakan sebagai komponen roda gigi, poros dan bantalan. Pada aplikasinya ini baja tersebut harus mempunyai ketahanan aus yang baik karena sesuai dengan fungsinya harus mampu menahan keausan akibat bergesekan dengan rantai. Ketahanan aus didefinisikan sebagai ketahanan terhadap abrasi atau ketahanan terhadap pengurangan dimensi akibat suatu gesekan. Pada umumnya ketahanan aus berbanding lurus dengan kekerasan.

2.7. Proses Bubut

Membubut merupakan salah satu operasi pemesina yang paling umum dan banyak ditemui pada industri pemotongan logam, proses ini mampu menghasilkan komponen yang memiliki bentuk yang kompleks, dan akurasi geometri dan dimensi tinggi. Pada proses bubut ini benda kerja yang dicekam pada chuck berotasi pada sumbunya, sedangkan pahat sebagai alat potong bergerak translasi menyayat benda kerja sepanjang sumbu benda kerja atau terhadap diameternya. Meskipun definisinya sederhana, tetapi proses pemotongan.

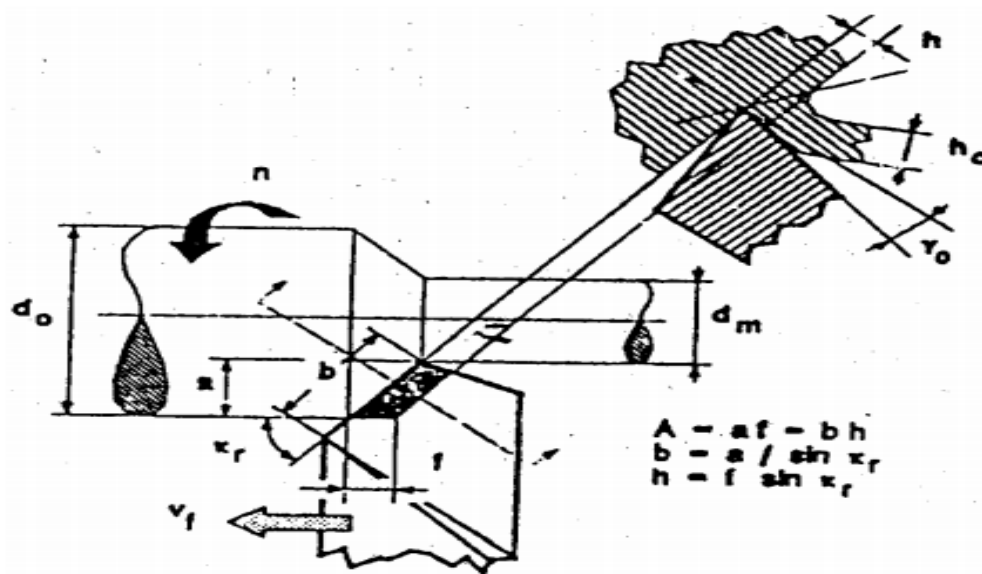
2.7.1. Elemen – Elemen Dasar Pemotongan Pada Proses Bubut

Elemen-elemen pada dasar pemotongan pada proses bubut dapat diketahui dengan rumus yang dapat diturunkan dengan memperhatikan gambar teknik, di mana di dalam gambar teknik dinyatakan spesifikasi geometrik suatu produk komponen mesin yang di gambar. Setelah itu harus dipilih suatu proses atau urutan proses yang digunakan untuk membuatnya. Salah satu cara atau prosesnya adalah

Dengan bubut, pengerjaan produk, komponen mesin, dan alat – alat menggunakan mesin bubut akan ditemui dalam setiap perencanaan proses permesinan untuk itu perlu kita pahami lima elemen dasar permesinan bubut, yaitu :

1. Kecepatan potong (*cutting speed*) : v (m/min)
2. Gerak makan (*feed rate*) : f (mm/rev)
3. Kedalaman pemakanan (*depth of cut*) : a (mm)
4. Waktu pemotongan (*cutting time*) : t_c (min)
5. Kecepatan penghasilan geram (*rate of metal removal*) : z (cm³ /min)

Elemen dasar dari proses bubut dapat diketahui atau dihitung dengan menggunakan rumus yang dapat di turunkan dengan memperhatikan gambar 10 berikut:



Gambar 2.9. Proses bubut

Benda kerja : d_o : diameter mula – mula (mm)

d_m : diameter akhir,(mm)

λ_t : panjang permesinan,(mm)

Pahat: K_r : sudut potong utama,($^\circ$)

γ_o : sudut geram, ($^\circ$)

Mesin bubut : a : kedalaman potong/ pemakanan,(mm)

f : gerak makan : (mm/rev)

n : putaran poros utama/ benda kerja, (rad/min)

2.7.2. Kecepatan potong (*cutting speed*)

Kecepatan potong adalah panjang ukuran lilitan pahat terhadap benda kerja atau dapat juga disamakan dengan panjang total yang terpotong dalam ukuran meter yang 14 diperkirakan apabila benda kerja berputar selama satu menit. Sebagai contoh, baja lunak dapat dipotong sepanjang 30 meter tiap menit. Hal ini berarti spindel mesin perlu berputar supaya ukuran mata lilitan pahat terhadap benda kerja (panjang total) sepanjang 30 meter dalam waktu putaran satu menit. Karena ukuran benda kerja berbeda – beda, maka :

Kecepatan potong ditentukan dengan rumus : $(V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}) \dots\dots\dots(2.1)$

Di mana : V : adalah kecepatan potong ,(m/min)

π : adalah konstanta,seharga 3,14

d : diameter rata – rata

Di mana d = (do+ dm)

n : kecepatan putar poros utama,(rpm)

Karena diameter dinyatakan dalam milimeter, dan kecepatan potong dalam meter, maka $\pi \times d$ atau keliling benda kerja dibagi dengan 1.000,

2.7.3. Kecepatan Gerak Pemakanan

Kecepatan gerak pemakanan adalah kecepatan yang dibutuhkan pahat untuk bergeser menyayat benda kerja tiap radian per menit. Kecepatan tersebut dihitung tiap menit. Untuk menghitung kecepatan gerak pemakanan didasarkan pada gerak makan (f).

Gerak makan ini biasanya disediakan dalam daftar spesifikasi yang dicantumkan pada mesin bubut bersangkutan. Untuk memperoleh kecepatan gerak

Pemakanan yang kita inginkan kita bisa mengatur gerak makan tersebut. Untuk menghitung kecepatan gerak pemakanan dapat kita rumuskan sebagai berikut :

$$v = f \cdot n \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana : v: kecepatan gerak pemakanan (m/min)

f : gerak makan, (mm/rev)

n : putaran benda kerja, (rad/min)

2.7.4. Kedalaman pemakanan

Kedalaman pemakanan adalah rata-rata selisih dari diameter benda kerja sebelum dibubut dengan diameter benda kerja setelah di bubut. Kedalaman pemakanan dapat diatur dengan menggeserkan peluncur silang melalui roda pemutar

(Skala pada pemutar menunjukkan selisih harga diameter). Kedalaman pemakanan dapat diartikan pula dengan dalamnya pahat menusuk benda kerja saat penyayatan atau tebalnya tatal bekas bubutan. Kedalaman pemakanan dirumuskan sebagai berikut :

$$a = \left(\frac{d_o - d_m}{2} \right) \dots\dots\dots(2.3)$$

dimana : a : kedalaman pemakanan (mm)

d_o : diameter awal,(mm)

d_m : diameter akhir,(mm)

2.7.5. Waktu pemotongan

Waktu pemotongan bisa diartikan dengan panjang permesinan tiap kecepatan gerak pemakanan. Satuan waktu permesinan adalah milimeter. Panjang permesinan sendiri adalah panjang pemotongan pada benda kerja ditambah langkah pengawalan ditambah dengan langkah pengakhiran, waktu pemotongan dirumuskan dengan :

$$t_c = \left(\frac{\lambda t}{v_f} \right) \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana : t_c : waktu pemotongan,(min)

λt : panjang permesinan, (mm)

$f v$: Kecepatan pemakanan, (mm/min)