

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dunia industri manufaktur terus berkembang sebagai akibat dari perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Hal ini dapat dilihat dari peningkatan hasil produksi. Peningkatan hasil produksi harus disertai dengan kualitas peralatan produksi yang digunakan seperti pada bidang pemesinan logam, mesin bubut, milling, dan perkakas lainnya harus berada dalam kondisi layak pakai. Proses pemesinan yang biasanya digunakan dalam proses produksi membutuhkan ketelitian yang tinggi untuk mendapatkan hasil yang baik. Ketelitian, kepresisian, dan kualitas permukaan menjadi prioritas utama yang menjadi acuan dalam pengerjaan dalam proses pemesinan. Hasil permukaan benda kerja yang baik salah satu yang diharapkan dari setiap pengerjaan. Pada tingkat kekasaran permukaan salah satunya merupakan faktor utama untuk evaluasi produk dapat diterima atau tidak baik oleh pengerjaan sendiri (operator), instansi/perusahaan maupun konsumen.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas permukaan suatu benda kerja pada proses pemesinan di antaranya adalah sudut dan ketajaman pisau potong dalam proses pembuatannya, variasi kecepatan potong, posisi senter, getaran mesin, perlakuan panas yang kurang baik dan sebagainya. Selain beberapa faktor di atas, kedalaman pemotongan mempengaruhi tingkat kekasaran permukaan benda kerja. Menurut Rochim (1993). Bahwa hasil komponen proses pembubutan terutama

kekasaran permukaan sangat dipengaruhi oleh sudut potong pahat, kecepatan makan (feeding), kecepatan potong (cutting speed) dan kedalaman potong. Asmed, dkk (2010). Menyimpulkan bahwa untuk mendapatkan kekasaran optimum adalah dengan menerapkan laju pemakanan yang tinggi. Sementara itu, kedalaman pemakanan dan kecepatan potong tidak berpengaruh signifikan terhadap kekasaran permukaan.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh kecepatan potong pembubutan terhadap kekasaran benda kerja baja EMS 45 pada proses pembubutan konvensional.
2. Untuk mengetahui nilai kecepatan potong yang ideal dengan menggunakan mata pahat karbida berlapis TiAlN.
3. Untuk mengetahui nilai kecepatan penghasil geram dari proses pembubutan.
4. Untuk mengetahui nilai kecepatan makan pada proses pembubutan.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Hasil penelitian ini berguna untuk para teknisi pemesinan yang melakukan pembubutan benda kerja dan pahat yang sama agar hasil tingkat kekasaran yang diperoleh baik.
2. Dapat membedakan dan mengetahui nilai kekasaran terhadap pengaruh kecepatan potong terhadap mata pahat karbida berlapis TiAlN.

1.4 Batasan Masalah

Batasan dalam tugas akhir ini adalah:

1. Material benda kerja yang digunakan baja EMS 45.
2. Penelitian ini menggunakan proses pembubutan kering pada baja karbon dengan jenis pahat karbida berlapis TiAlN.
3. Kecepatan potong yang digunakan 10 m/min, 20 m/min, 30 m/min, 40 m/min, dan 50 m/min.
4. Feeding yang digunakan yaitu 0,2 mm/min.
5. Kedalaman potong yang digunakan 1mm.
6. Kekasaran permukaan (Ra) benda diuji dengan alat Mitutoyo Surface Roughness Tester.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Baja

Baja adalah salah satu logam ferro yang banyak digunakan dalam dunia teknik dan industri. Kandungan baja yang utama diantaranya yaitu besi dan karbon. Kandungan besi (Fe) pada baja sekitar 97% dan karbon (C) sekitar 0,2% hingga 2,1% sesuai grade-nya. Selain unsur besi (Fe) dan karbon (C), baja mengandung unsur lain seperti mangan (Mn) dengan kadar maksimal 0,6% sulfur (S), fosfor (P) dan lainnya dengan jumlah yang dibatasi dan berbeda beda. Penambahan kandungan karbon pada baja dapat meningkatkan kekerasan dan kekuatan tariknya namun disisi lain membuatnya menjadi getas dan menurunkan keuletannya (Wulandari, 2011).

Fungsi karbon dalam baja adalah sebagai unsur penguat dengan mencegah dislokasi pada kisi kristal (*crystal lattice*) atom besi. Baja karbon ini dikenal sebagai baja hitam karna berwarna hitam, banyak digunakan dari peralatan dapur, transportasi, generator, sampai kerangka gedung dan jembatan. Kandungan karbon dan unsur paduan lainnya yang divariasikan berbagai jenis kualitas baja bisa didapatkan. Penambahan kandungan karbon pada baja dapat meningkatkan kekerasan (*hardness*) dan kekuatan tariknya (*tensile strenght*), namun disisi lain membuatnya menjadi getas (*brittle*) serta menurunkan keuletannya (*ductility*) (Anonim A, 2015).

2.2 Klasifikasi Baja

Menurut ASM Handbook Vol.1:329 (1993), baja dapat diklasifikasikan berdasarkan komposisi kimianya seperti kadar karbon dari paduan yang digunakan. Berikut ini klasifikasi baja berdasarkan komposisi kimianya:

2.2.1 Baja Karbon

Baja merupakan salah satu jenis logam ferro dengan unsur *carbon* (c), *sulfur* (s), *fosfor* (p), *silikon* (Si), *mangan* (Mn), dan sebagainya yang jumlahnya dibatasi. Sifat baja pada umumnya sangat dipengaruhi oleh persentase karbon dan struktur mikro. Struktur mikro pada karbon dipengaruhi komposisi baja. Karbon dengan unsur campuran lain dalam baja membentuk karbid yang dapat menambah kekerasan, tahan gores dan tahan suhu baja. Perbedaan persentase karbon dalam campuran logam baja karbon menjadi salah satu cara mengklasifikasikan baja. (Edih Supardi, 1999) Berdasarkan kandungan karbon, baja dibagi menjadi tiga macam, yaitu:

a. Baja karbon rendah

Baja karbon rendah (*low carbon steel*) mengandung karbon dalam campuran baja karbon kurang dari 0,3%. Baja ini bukan baja yang keras karena kandungan karbonnya yang rendah kurang dari 0,3%C. Baja karbon rendah tidak dapat dikeraskan karena kandungan karbonnya tidak cukup untuk membentuk struktur *martensit* (Amanto, 1999)

b. karbon sedang

Baja karbon sedang (*medium carbon steel*) mengandung karbon 0,3%C-0,6%C

dan dengan kandungan karbonnya memungkinkan baja untuk dikeraskan sebagian dengan perlakuan panas (*heat treatment*) yang sesuai. Baja karbon sedang lebih keras serta lebih kuat dibandingkan dengan baja karbon rendah (Amanto, 1999).

c. Baja karbon tinggi

Baja karbon tinggi (*hight carbon steel*) mengandung 0,6%C -1,5%C dan memiliki kekerasan tinggi namun keuletannya lebih rendah, hampir tidak diketahui jarak tegangan lumernya terhadap tegangan proporsional pada grafik tegangan regangan. Berkebalikan dengan baja karbon rendah, pengerasan dengan perlakuan panas pada baja karbon tinggi tidak memberikan hasil yang optimal dikarenakan terlalu banyaknya *martensit* sehingga membuat baja menjadi getas. Sifat mekanisbaja juga dipengaruhi oleh cara mengadakan ikatan karbn dengan besi. Menurut Schonmetz (1985) terdapat dua bentuk kristal saat karbon mengadakan ikatan dengan besi,yaitu:

-*ferrit*, yaitu besi murni (Fe) terletak rapat saling berdekatan tidak teratur, baik bentuk maupun besarnya. *Ferrit* merupakan bagian baja yang paling lunak, *ferrit* murni tidak akan cocok digunakan sebagai benda kerja yang menahan beban karena kekuatannya kecil.

-*Perlit*, merupakan campuran antara *ferrit* dan *sementit* dengan kandungan karbon sebesar 0,8%. Struktur *perlit* mempunyai kristal *ferrit* tersendiri dari serpihan *sementit* halus yang saling berdampingan dengan lapisan tipis. Jika baja eutektoid (0,8%) diaustenisasi dan didinginkan dengan cepat ketemperatur dibawah A_1 , misalnya ketemperatur $7000C^0$ dan dibiarkan pada temperatur tersebut sehingga terjadi transformasi isothermal.

2.3 Baja EMS 45

Baja EMS 45 (Engineering Mild Steel) merupakan salah satu jenis baja karbon mesin yang mengandung *carbon* (C) 0,45%, *silikon* (Si) 0,3% dan *mangan* (Mn) 0,7%. Baja EMS 45 juga mengandung P dan S, tetapi karna jumlahnya yang sangat kecil tidak mempengaruhi sifat baja secara keseluruhan. Baja EMS 45 adalah salah satu baja standar Bohler (Jerman), yang diproduksi oleh P.T. BOHLINDO BAJA. EMS adalah salah satu simbol baja standar Bohler untuk Machinery Steel dan bilangan 45 menyatakan besar kandungan karbonnya.

Hal ini dibuktikan dengan pengujian komposisi yang dilakukan oleh P.T. BOHLINDO BAJA yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 2.1 Komposisi Baja EMS 45

C %	Mn %	Si %	S %	P %
0,45	0,7	0,3	0,14	0,18

Dengan kadar karbon sedang yang dimiliki baja EMS 45 sering digunakan untuk alat-alat perkakas. adapun sifat mekanik dari benda kerja baja EMS 45 bisa kita lihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 2.2 Sifat Mekanik Baja EMS 45.

Kuat tarik minimum (<i>Tensile Strenght</i>)	St	550 Mpa
Kuat tarik maksimum (<i>Tensile Strenght</i>)	St	700 Mpa
Kuat leleh minimum (<i>Elastic Modulus</i>)	E	400 Gpa
Kuat leleh maksimum (<i>Elastic Modulus</i>)	E	540 Gpa
Ukuran diameter tulangan (<i>Elongation%</i>) :	Hb	<i>Hardness (Hb) :</i>
10, 15, dan 20	Hb	14 mm
25, 30, dan 35	Hb	12 mm
45 dan 55	Hb	10 mm

2.4 Proses Pembubutan

2.4.1 Proses Pembubutan Kering

Pembubutan kering merupakan proses pembubutan yang masih sering digunakan pada pertengahan 1990 untuk mengurangi atau menghilangkan penggunaan daripada cairan pemotongan. Proses ini mengajak industri manufaktur untuk melakukan proses dari pemesinan kering. Berikut ini adalah keuntungan melakukan pembubutan kering yaitu :

- a. Mengurangi dampak kerusakan lingkungan akibat dari penggunaan cairan pemotongan, meningkatkan kualitas udara dalam pabrik dan mengurangi resiko terjangkit penyakit pada tubuh.
- b. Meningkatkan kualitas permukaan produk. Teknik yang biasa digunakan dalam pembubutan keras ini adalah menggunakan pahat *Chemical Vapor Deposition* (CVD) dan *Physical Vapor Deposition* (PVD). Akan tetapi pahat PVD lebih diunggulkan daripada CVD karena temperatur proses yang lebih rendah dan lebih ramah lingkungan.

2.4.2 Proses Pembubutan Basah

Secara umum coolant adalah media pendingin yang digunakan untuk mendinginkan benda kerja dan alat potong pada saat proses permesinan. Digunakan pula untuk melumasi alat potong sehingga umur pakai yang lebih lama. Coolant merupakan cairan hasil campuran ethylene atau propylene glycol dan air. Biasanya perbandingan zat itu 50:50. Adapun fungsi coolant yaitu : menurunkan temperatur pahat pada saat pemotongan, menurunkan gaya potong, memperpanjang umur pahat. Adapun resiko efek samping dari penggunaan

coolant pada proses pembubutan yaitu, apabila asap yang dihasilkan antara cairan coolant yang disiram dan gesekan alat potong dan benda kerja, asap tersebut sangat berbahaya pada kesehatan tubuh manusia, dan juga apabila cairan coolant terkena kulit akan menyebabkan iritasi pada kulit. Efek samping dari penggunaan cairan pendingin tersebut sangat membahayakan lingkungan, dan akan membutuhkan biaya tambahan dalam proses produksi serta biaya daur ulang cairan pendingin.

2.5 Klasifikasi & Elemen Dasar Permesinan

Komponen mesin yang dibuat dari logam memiliki bentuk yang beraneka ragam. Pada umumnya komponen-komponen tersebut dibuat dengan proses permesinan dari bahan yang berasal dari proses sebelumnya yaitu proses penuangan (casting) dan proses pengolahan bentuk (metal forming). karena bentuknya yang beraneka ragam tersebut maka proses permesinan yang dilakukan pun beraneka ragam sesuai bidang yang dihasilkan silindrik atau rata (Taufiq Rochim:2007).

Setelah berbagai aspek ditinjau pembuangan geram yang paling cepat dilakukan dengan cara pemotongan, untuk itu ada lima elemen dasar proses permesinan yang perlu diketahui, yaitu:

1. Kecepatan Potong (cutting speed) : C_s (m/min),
2. Kecepatan Makan (feeding speed) : v_f (mm/min),
3. Kedalaman Potong (depth of cut) : a (mm),
4. Waktu Pemotongan (cutting time) : t_c (min),

5. Kecepatan Penghasil Geram (rate of metal removal) : z (cm^3/min),
6. Kecepatan Putaran Spindel : n (r/min).

Keenam elemen dasar proses pemesinan ini dihitung berdasarkan dimensi.

2.6 Mesin Bubut

Proses bubut merupakan proses pengerjaan material dimana benda kerja dan alat pahat bergerak mendatar (searah meja/bed mesin), melintang atau membentuk sudut secara perlahan dan teratur baik secara otomatis atau pun manual. Pada proses pembubutan berlangsung, benda kerja yang ditahan oleh chuck berputar dan pahat disentukan pada benda kerja sehingga terjadi penyayatan. Penyayatan dapat dilakukan kearah kiri atau kanan, sehingga menghasilkan benda kerja yang berbentuk silinder. Jika penyayatan dilakukan melintang maka akan menghasilkan bentuk alur, pemotongan atau permukaan yang disebut facing (membubut muka).

Selain dapat dilakukan kearah samping ke daerah melintang, penyayatan dapat juga diarahkan miring dengan cara memutar eretan atas sehingga menghasilkan benda kerja yang berbentuk konis/tirus. Penyayatan yang beralur dengan kecepatan dan putaran tertentu dapat menghasilkan alur yang teratur seperti membubut ulir. Penyayatan dapat dilakukan dari luar maupun dari dalam. Penyayatan yang dilakukan dari luar disebut membubut luar (*outside turning*), sedangkan penyayatan yang dilakukan dibagian dalam atau pada lubang disebut membubut dalam (*inside turning*). Bubut dalam berupa rongga, ulir dalam, lubang tembus, atau lubang tidak tembus.

2.6.1 Jenis-Jenis Mesin Bubut

a. Mesin Bubut Ringan

Mesin bubut ringan adalah mesin bubut dengan daya dan ukuran serta bobot yang ringan. Mesin ini biasanya diletakkan diatas meja atau bangku, sehingga disebut mesin bubut lantai.

b. Mesin Bubut Sedang

Mesin bubut sedang adalah mesin bubut yang mempunyai daya dan kapasitas serta ukuran sedang. Mesin ini digunakan untuk memperbaiki peralatan-peralatan teknik yang mempunyai ukuran yang sedang. Mesin bubut sedang terdiri atas mesin bubut bantu dan bubut lantai.

2.6.2 Bagian-Bagian Utama Mesin Bubut

Secara umum, sebuah mesin bubut terdiri dari empat bagian utama, yaitu kepala tetap, kepala leas, eretan dan alas mesin, keempat bagian utama mesin bubut tersebut dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2.1 : Bagian-Bagian Utama Mesin Bubut.

a. Kepala Tetap

Kepala tetap adalah bagian utama dari mesin bubut yang digunakan untuk menyangga poros utama, yaitu poros yang digunakan untuk menggerakkan

spindel. Dimana di dalam spindel tersebut dipasang alat untuk menjepit benda.

b. Kepala Lepas

Kepala lepas adalah bagian dari mesin bubut yang letaknya di sebelah kanan dan dipasang di atas atau meja. Bagian ini berguna untuk tempat untuk pemasangan senter yang digunakan untuk penumpu ujung benda kerja dan sebagai tempat/dudukan penjepit pada bor pada saat melakukan pengeboran.

c. Alas Mesin

Alas mesin adalah bagian dari mesin bubut yang berfungsi sebagai pendukung

Alas mesin adalah bagian dari mesin bubut yang berfungsi sebagai pendukung eretan (*support*) dan kepala lepas, serta sebagai lintasan eretan dan kepala lepas. Alas mesin memiliki permukaan yang rata dan halus. Hal ini dimaksudkan untuk mendukung kesempurnaan pekerjaan membubut (kelurusan).

d. Eretan (*carriage/support*)

Eretan adalah bagian mesin bubut yang berfungsi sebagai penghantar pahat bubut sepanjang alas mesin. Eretan terdiri dari tiga jenis, yaitu:

- a. eretan bawah yang berjalan sepanjang alas mesin.
- b. Eretan lintang yang bergerak tegak lurus terhadap alas mesin.
- c. Eretan atas yang digunakan untuk menjepit pahat bubut.

2..6.3 Peralatan Yang Terdapat Pada Mesin Bubut

Ada beberapa peralatan yang digunakan dalam mesin bubut. Peralatan-peralatan tersebut adalah :

- a. Pencekam (Chuck)

Cekam rahang empat (untuk benda kerja tidak silindris). Alat pencekam ini masing-masing rahangnya bisa diatur sendiri-sendiri, sehingga mudah dalam mencekam benda kerja yang tidak silindris. Cepak rahang tiga (untuk benda silindris).



Gambar 2.2 : Pencekam Rahang Empat.



Gambar 2.3 : Pencekam Rahang Tiga

b. Plat Pembawa

Plat pembawa adalah peralatan yang ada dalam mesin bubut yang digunakan pada saat melakukan pembubutan dengan menggunakan dua senter, yakni pada proses pembubutan *konis* misalnya. Plat ini bentuknya menyerupai plat cekam tetapi tidak memiliki penjepit.



Gambar 2.4 : Plat Pembawa Mesin Bubut.

c. Senter

Senter merupakan peralatan mesin bubut yang digunakan untuk menopang benda kerja yang sedang dibubut, baik pada saat dibubut rata maupun dibubut tirus. Untuk menempatkan senter ini, ujung benda harus dibuat lubang dengan menggunakan bor senter. Penggunaan senter ini dimaksudkan untuk menjaga atau menahan benda kerja agar kelurusannya terhadap sumbu tetap terjaga.



Gambar 2.5 : Senter Mesin Bubut.

d. Collet

Collet adalah digunakan untuk mencekap benda kerja berbentuk silindris dengan ukuran sesuai diameter *collet*. Pencekaman dengan cara ini tidak akan meninggalkan bekas pada permukaan benda kerja dengan kata lain, apabila salah satu sisi benda kerja telah selesai dikerjakan dan sisi yang satunya akan

dikerjakan, maka untuk mencegah terjadinya kerusakan pada permukaan benda kerja tersebut, dalam menjepitnya harus digunakan *collet*.



Gambar 2.6 : Collet Mesin Bubut.

e. Penyangga

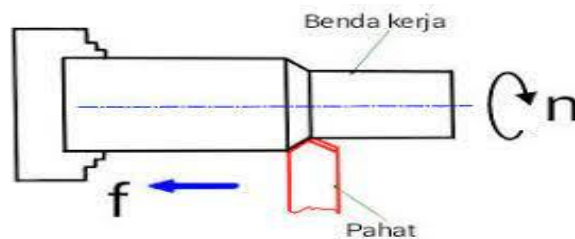
Penyangga atau disebut juga kaca mata jalan, adalah peralatan mesin bubut yang digunakan untuk penyangga benda panjang saat akan dibubut. Hal ini dimaksudkan untuk menjaga benda kerja agar tidak meluntur pada saat dibubut, sehingga kelurusan benda kerja tetap terjaga. Ada juga dua jenis penyangga yang dapat digunakan, yaitu penyangga tetap (*steady reast*) dan penyangga jalan (*follow reast*)



Gambar 2.7 : Follow Reast (kiri) dan Steady Reast (kanan).

2.6.4 Parameter Operasi Mesin Bubut

Poses pembubutan memiliki beberapa elemen dasar yang dapat dihitung secara teori menggunakan persamaan sehingga dapat diketahui parameter yang berkaitan dengan laju pemotongan, kedalaman potong, waktu pemotongan dan laju pembuangan geram.



Gambar 2.8 : Proses Mesin Bubut.

Geometri benda kerja : d_o = diameter awal (mm).

D_m = diameter akhir (mm).

L_t = panjang pemesinan (mm).

Geometri pahat : k_r = sudut potong utama ($^\circ$).

γ_0 = sudut geram ($^\circ$).

Kondisi pemesinan : a = kedalaman potong (mm).

f = laju pemakanan (mm/r).

N = putaran poros utama/ spindel (r/min).

C_s = kecepatan potong (m/min).

Dengan diketahuinya besaran-besaran di atas sehingga kondisi pemotongan dapat diperoleh sebagai berikut :

$$1. \text{ Laju pemotongan } C_s = (\pi \cdot d \cdot n) / 1000 ; \text{ m/min} \dots \dots \dots (2.1)$$

$$2. \text{ Kecepatan Putaran Spindel } N = (1000 \cdot C_s) / \pi \cdot d ; \text{ r/min} \dots \dots \dots (2.2)$$

$$3. \text{ Laju pemakanan } V_f = f ; \text{ nmm/min} \dots \dots \dots (2.3)$$

$$4. \text{ Waktu pemotongan } t_c = l_t / V_f ; \text{ min} \dots \dots \dots (2.4)$$

$$5. \text{ Laju pembuangan geram } MRR = A \cdot V ; \text{ cm}^3/\text{min} \dots \dots \dots (2.5)$$

Dimana : A = penampang geram sebelum terpotong

$$A = f \cdot a ; \text{ cm}^3/\text{min}$$

Sudut potong utama (*principal cutting edge/ k_r*) adalah sudut antara mata potong utama dengan laju pemakanan (V_f), besarnya sudut tersebut ditentukan geometri pahat dan cara pemasangan pada mesin bubut. Untuk nilai laju pemakanan (f) dan kedalaman pahat (a) yang tetap maka sudut ini akan mempengaruhi lebar pemotongan (b) dan tebal geram sebelum terpotong (h) sebagai berikut :

$$1. \text{ Lebar pemotongan } b = \frac{a}{\sin k_r} ; \text{ mm} \dots \dots \dots (2.6)$$

$$2. \text{ Tebal geram sebelum terpotong } h = \frac{f}{\sin k_r} ; \text{ mm} \dots \dots \dots (2.7)$$

Dengan demikian penampang geram sebelum terpotong adalah :

$$A = f \cdot a = b \cdot h ; \text{ mm}$$

2.7 Pahat Mesin Bubut

Pada proses pembentukan geram dengan cara pembubutan maka akan berlangsung pertemuan antara dua jenis bahan material. Untuk menjamin kelangsungan proses pembubutan, maka diperlukan mata pahat yang lebih unggul dari material yang akan dibubut dengan mempertimbangkan berbagai segi yaitu :

1. Kekerasan

Penyayat harus lebih keras dari pada bahan benda kerja, karena jika tidak demikian penyayat tidak dapat memasuki bahan pada benda kerja dan mengkilis serpihan logam.

2. Tahan Panas

Akibat gesekan, timbul panas yang dapat menyebabkan suhu tinggi pada lokasi penyayatan. Kekerasan bahan penyayat harus tetap bertahan pada suhu yang terjadi, jika tidak hal ini akan menyebabkan penyayat cepat aus.

3. Keuletan

Penyayat harus mampu menampung beban hantakan dan tidak boleh patah.

4. Daya Tahan Aus

Penyayat akan aus akibat gesekan dan akan menjadi tumpul, oleh karena penajaman kembali yang akan terlalu sering akan menimbulkan kerugian bahan dan waktu, maka daya tahan aus bahan harus tinggi.

5. Ekonomis

Sifat bahan penyayat yang meningkatkan daya sayatan perkakas.

Pada penelitian ini pahat yang digunakan adalah pahat karbida berlapis intan, berikut penjelasan seputar pahat karbida berlapis intan :

2.7.1 Pahat Karbida Berlapis (Carbide Hardmetals)

Pahat Karbida dengan jenis berlapis adalah salah satu jenis alat potong yang banyak digunakan pada berbagai jenis proses pemesinan pada industri pemotongan logam. Pada umumnya material dasar dari pahat karbida adalah Karbida Tungsten (WC+Co) yang dilapisi dengan bahan pelapis berupa *Titanium*

Nitrida (TiN), Titanium Carbida (TiC), Titanium Carbonitrida (TiCN) dan Alumunium Oxida (Al₂O₃). Lapisan yang dibuat *multiplayer* pada pahat karbida berlapis dari bahan pelapis *Titanium Alumunium Nitrida* dan *Titanium Nitrida* TiAlN memiliki kekerasan yang tinggi, tahan aus, lebih tangguh dalam pemotongan. Lapisan dibuat dengan dua cara yaitu dengan proses PVD (*Physical Vapour Deposition*) dan proses CVD (*Chemical Vapour Deposition*). Pelapisan secara CVD (*Chemical Vapour Deposition*) menghasilkan ikatan yang lebih kuat dari pada PVD (*Physical Vapour Deposition*). Bahan pelapis berguna untuk menghambat terjadinya difusi dan sebagai pelumas padat yang berfungsi untuk mereduksi gesekan dan panas tergenerasi selama proses pemotongan berlangsung. Pahat potong yang dilapisi dengan bahan pelapis mampu memberikan peningkatan kekerasan dan ketangguhan pahat sehingga dapat memperkecil gesekan pada aus pahat. Modulus elastisitasnya sangat tinggi demikian pula berat jenisnya (*density*, sekitar 2 kali dari baja). Koefisien muainya setengah daripada baja dan konduktifitasnya panasnya sekitar dua atau tiga kali konduktifitasnya panas HSS. Ada tiga jenis utama pahat karbida, yaitu :

1. Karbida tungsten yang merupakan jenis pahat karbida untuk memotong besi tuang (*cast iron cutting grade*).
2. Karbida tungsten paduan merupakan jenis pahat karbida untuk pemotongan baja (*steel cutting grade*).
3. Karbida lapis (*coated cemented carbide*) merupakan jenis pahat karbida tungsten yang dilapis (satu atau beberapa bagian) karbida, nitrida atau oksida lain yang lebih rapuh tetapi *hardnessnya* tinggi.

Pahat karbida juga memiliki beberapa keunggulan dibanding dengan pahat HSS, adapun beberapa keunggulan tersebut adalah sebagai berikut :

1. Ketangguhan.
2. Ketahanan terhadap abrasi.
3. Ketahanan aus.
4. Resistensi terhadap deformasi termal/ perubahan bentuk karena panas
5. Torsi kekuatan dua kali lipat dari HSS.
6. Kecepatan potong yang lebih tinggi.

Adapun spesifikasi dari pahat bubut karbida berlapis TiAlN dapat kita lihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 2.3 Spesifikasi Pahat Karbida Berlapis TiAlN.

CO (%)	Karbida Komposit (%)	Kekerasan (HV)	Ketangguhan (Mpa)	Spesifikasi lapisan TiAlN
11	12	1.420	6,9	

Pada proses pembubutan adapun hal yang harus kita ketahui tentang data pemotongan pahat, agar proses pembubutan tidak boleh melebihi kapasitas data pemotongan pahat. Adapun data pemotongan pahat karbida berlapis TiAlN sebagai berikut :

Tabel 2.4 Data Pemotongan Pahat.

1.	Radius Pojok (rc)	0,8 mm
2.	Kedalaman Potong (a)	0,1-1,5 mm
3.	Pemakanan (f)	0,08-0,2 mm/r
4.	Laju Pemotongan (Cs)	150-300 m/min

2.8 Kekasaran Permukaan

Kekasaran permukaan merupakan salah satu karakteristik yang sangat penting dalam bidang manufaktur maupun dalam perancangan komponen dalam mesin (Rochim, Dalam, Yusron 2014). Adapun penyebab kekasaran permukaan terjadi karena beberapa faktor, diantaranya yaitu dimensi dan geometri pahat mekanisme parameter pemotongan, cacat pada meterial benda kerja dan kerusakan pada aliran *chip*. Kekasaran permukaan pada benda kerja sangat mempengaruhi kualitas dari produk yang dihasilkan. Kekasaran permukaan dapat diartikan sebagai jarak rata-rata dari profil ke garis tengah dan dapat diartikan juga sebagai jarak rata-rata dari profil ke garis tengah dan dapat juga diartikan sebagai jarak dari lembah terdalam ke puncak tertinggi pada profil permukaan sebagai ukuran dari kekasaran permukaan. Cara pengukuran kekasaran pada profil permukaan yaitu dengan menggunakan *Mitutoyo Surface Roughness Tester. Stylus* (berupa jarum) pada *Mitutoyo Roughness Tester*. diatur sehingga berada dalam posisi stabil dengan tegak lurus terhadap permukaan benda kerja yang akan diatur. Penyimpangan rata-rata aritmatika (R_a) merupakan jumlah rata-rata puncak tertinggi dan terendah dari setiap gelombang yang diukur pada panjang tertentu.

Penyimpangan rata-rata aritmatika (R_a) sebagai harga rata-rata dari ordinat-ordinat profil efektif dari rata-ratanya. Profil efektif merupakan garis bentuk dari potongan permukaan efektif oleh sebuah bidang yang telah ditentukan secara konvensional terhadap permukaan geometris ideal. Kekasaran lebih jelas bila dilihat dari permukaan geometris, permukaan efektif, profil geometris, dan profil efektif.

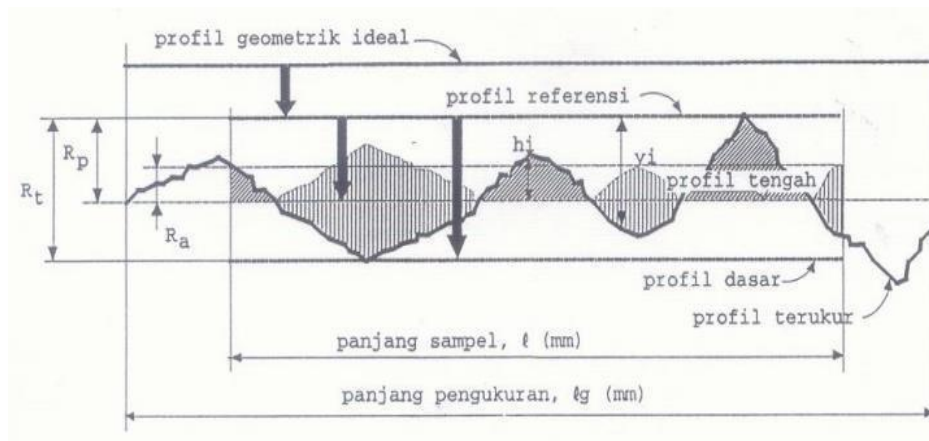
Adapun spesifikasi dari alat Mitutoyo Surface Roughness Tester adalah sebagai berikut :

Mengukur kecepatan	: 01, 02 ,03 in/s/25, 50, 75 mm/s.
Kecepatan Kembali	: 039 in/dtk/1mm/dtk.
Detektor Z- jangkauan	: 1000, 14400pin / 100, 25, 360 μ m.
Detektor Z-Rentang Resolusi	: 08, 20, 80 μ in/.002, 006, 02 μ m.
Skid Radius dari Lengkungan	: 40mm.
Kekuatan Selip	: Kurang dari 400Mn.
Jenis Detektor	: Induktansi diferensial.
Catu Daya (baterai)	: Ni-MH yang dapat diisi ulang.
Sumber Daya Listrik	: Adaptor AC.
Waktu Pengisian	: 4jam.
Ketahanan	: 1000 pengukur (perkiraan).
Penyimpanan Data External	: Kartu micro SD.
Unit Tampilan	: 2.05x2.59x6.3' / 52.1x65.8x160mm.
Unit Penggerak	: 4.5x9x1/115x23x26 mm.
Massa	: 1,1lbs./,5kg.

Tabel 2.5 Spesifikasi Kekasaran Mitutoyo Surface Roughness Tester.

Tingkat Kekasaran ISO Number	Nilai Kekasaran R_a (μ m)	Panjang Sampel (mm)	Keterangan
N5	0,4	0,8	Normal
N6	0,8	0,8	Normal
N7	1,6	0,8	Normal
N8	3,2	0,8	Normal
N9	6,3	2,5	Kasar

diteliti. Posisi R_a dan bentuk profil, panjang sampel dan panjang pengukuran yang dibaca oleh alat ukur kekasaran permukaan dapat dilihat pada Gambar 2.9



Gambar 2.9 : Parameter Dalam Profil.

Keterangan dari Gambar 2.10 sebagai berikut (Rochim, Yusron 2014) :

a. Profil Geometris Ideal (Geometrically Ideal Profile)

Profil ini merupakan profil dari geometris permukaan yang ideal yang tidak mungkin diperoleh dikarenakan banyaknya faktor yang mempengaruhi dalam proses pembuatannya. Bentuk profil geometris ideal ini dapat berupa garis lurus, lingkaran, dan garis lengkung.

b. Profil Referensi (*Reference profile*)

Profil ini digunakan sebagai dasar dalam menganalisis karakteristik dari suatu permukaan. Bentuknya sama dengan profil geometris ideal, tetapi tepat menyinggung puncak tertinggi dari profil terukur pada panjang sampel yang diambil pada pengukuran

c. Profil Terukur (*Measured Profile*)

Profil terukur adalah profil dari suatu permukaan yang diperoleh melalui proses pengukuran. Profil inilah yang dijadikan sebagai data untuk menganalisis

karakteristik kekasaran permukaan produk permesinan.

d. Profil Dasar (*Root Profile*)

Profil dasar adalah profil referensi yang di geserkan kebawah hingga tepat pada titik paling rendah pada profil terukur.

e. Profil Tengah (*Centre Profile*)

Profil tengah adalah profil yang berada di tengah-tengah dengan posisi sedemikian rupa sehingga jumlah luas bagian atas profil tengah sampai pada profil terukur sama dengan jumlah luas bagian bawah profil tengah sampai profil terukur. Profil tengah ini sebetulnya merupakan profil referensi yang digeserkan kebawah dengan arah tegak lurus terhadap profil geometris ideal sampai pada batas tertentu yang sama yaitu atas dan bawah.

ISO (*Internasional Standardization for Organization*) telah mengklasifikasikan nilai kekasaran rata-rata aritmetik (R_a) menjadi 12 tingkat kekasaran seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.6. Angka kekasaran permukaan ini bertujuan untuk menghindari kemungkinan terjadinya kesalahan dalam menginterpretasikan satuan harga kekasaran permukaan. Dengan adanya satuan harga ini, kekasaran permukaan dapat dituliskan langsung dengan menyatakan harga R_a atau dengan menggunakan tingkat kekasaran ISO.

Karakteristik suatu kekasaran permukaan memegang peranan penting dalam perancangan komponen mesin. Hal tersebut perlu dinyatakan dengan jelas misalnya dalam kaitannya dengan gesekan, keausan, pelumasan, ketahanan, kelelahan, perekatan dua atau lebih komponen- komponen mesin. Dengan analisis dari nilai ukurnya, diharapkan dapat memenuhi syarat spesifikasi teknis.

Tabel 2.6 Nilai Kekasaran dan Tingkat Kekasaran ISO.

Tingkat Kekasaran ISO Number	Nilai Kekasaran R_a (μm)	Panjang Sampel (mm)	Keterangan
N1	0,025	0,08	Sangat Halus
N2	0,05	0,8	Sangat Halus
N3	0,1	0,25	Halus
N4	0,2	0,25	Halus
N5	0,4	0,8	Normal
N6	0,8	0,8	Normal
N7	1,6	0,8	Normal
N8	3,2	0,8	Normal
N9	6,3	2,5	Kasar
N10	12,5	2,5	Kasar
N11	25	8	Sangat Kasar
N12	50	8	Sangat Kasar

Nilai kekasaran (*ISO Number*) ini ditunjukkan untuk meminimalisir kemungkinan terjadinya kesalahan interpretasi atas satuan harga kekasaran permukaan. Karena harga suatu parameter permukaan dapat berubah bergantung panjang sampel yang berbeda. Oleh karena itu dianjurkan menggunakan panjang sampel tertentu sesuai dengan tingkat kekasaran ISO. Hal tersebut perlu dinyatakan dengan jelas misalnya dalam kaitannya dengan gesekan, keausan, pelumasan, ketahanan, kelelahan, perekatan dua atau lebih komponen- komponen mesin.

2.8 Poros

Poros adalah suatu bagian stasioner yang berputar, biasanya berpenampang bulat dimana terpasang elemen-elemen seperti roda gigi (*gear*), *pulley*, *flywheel*, engkol, *sprocket* dan elemen pemindah lainnya. Poros dapat menerima beban lenturan, beban tarikan, beban tekan atau beban puntiran yang bekerja sendiri-sendiri atau berupa gabungan satu dengan yang lainnya. Poros dalam sebuah mesin berfungsi untuk meneruskan tenaga melalui putara mesin. Setiap elemen mesin

yang berputar, seperti cakera tali, puli sabuk mesin, piringan kabel, tromol kabel, roda jalan dan roda gigi, dipasang berputar terhadap poros dukung yang tetap atau dipasang tetap pada poros dukung yang berputar.

Untuk merencanakan sebuah poros, perlu diperhitungkan gaya yang bekerja pada poros diatas antara lain : gaya dalam akibat beratnya (W) yang selalu berpusat pada titik gravitasinya. Gaya (F) merupakan gaya luar arahnya dapat sejajar dengan permukaan benda ataupun membentuk sudut dengan permukaan benda. Gaya F dapat menimbulkan tegangan pada poros, karena tegangan dapat timbul pada benda yang mengalami gaya. Gaya yang timbul pada benda dapat berasal dari gaya dalam akibat benda sendiri atau gaya luar yang mengenai benda tersebut. Mesin pada umumnya akan mengalami penurunan daya dan putaran sehingga mempengaruhi tingkat ketelitiannya, hal ini biasanya terjadi oleh mesin yang dipakai dalam jangka waktu yang lama dan perawatan mesinnya kurang diperhatikan. Demikian juga mesin bubut yang telah lama digunakan akan mengalami penurunan aspek, isalnya daya poros, daya putaran, roda gigi sabuk dan fully.

2.8.1 Macam-Macam Poros

1. Poros Transmisi

Poros Transmisi (*transmission shaft*) atau sering hanya disebut dengan poros (*shaft*) digunakan pada mesin rotasi untuk mentransmisikan putaran dan rotasi dari lokasi ke lokasi lainnya.

2. Poros Spindel

Poros Spindel adalah poros transmisi yang relative pendek, seperti poros utama mesin perkakas, dimana beban utama berupa puntiran, disebut spindel.

3. Poros Gandar

Gandar adalah poros yang tidak mendapatkan beban puntir, bahkan kadang-kadang tidak boleh berputar. Contohnya seperti yang terpasang di roda-roda.

4. Poros Engkol

Poros engkol merupakan bagian dari mesin yang dipakai untuk merubah gerakan naik turun dari torak menjadi gerakan berputar.