

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Ilmu pengetahuan dan teknologi merupakan dua hal yang tidak bisa terpisahkan dengan kehidupan manusia. Selagi peradaban dunia itu hadir, ilmu pengetahuan dan juga teknologi akan tetap terus berkembang didalam menghadapi era industri 4.0 (Herlambang, 2021), sehingga dengan adanya teknologi yang terus berkembang semakin canggih maka perkembangan industri juga ikut semakin meningkat dari setiap tahunnya, terkhusus didalam dunia industri manufaktur. Perkembangan industri di era globalisasi tersebut membuat setiap industri bersaing baik itu di pasar regional maupun internasional didalam mendapatkan produk yang berkualitas. Untuk mendapatkan dan memproduksi produk yang berkualitas, maka pemilihan bahan merupakan faktor yang sangat penting sekali untuk menentukan kualitas produk. Kualitas produk manufaktur dari hasil proses pemesinan biasanya selalu dikaitkan dengan ketepatan dan juga akurasi dimensi maupun toleransi yang diizinkan serta nilai kekasaran dari permukaan benda kerja. Oleh karena itu kekasaran permukaan itu menjadi salah satu standar dalam menentukan kualitas dan juga menentukan keakuratan sebuah produk (Yufrizal et al., 2019).

Bahan material yang cukup banyak digunakan didalam dunia pekerjaan industri manufaktur adalah bahan aluminium. Aluminium ini merupakan material yang memiliki kualitas tinggi, yakni merupakan logam yang permukaannya terbuat dari

suatu lapisan oksida. Sehingga aluminium memang banyak diminati dan banyak dipilih karena memiliki sifat tahan terhadap korosi, memiliki sifat konduktor listrik yang efektif yakni dapat menghantarkan panas dengan baik, kemudian juga merupakan bahan tidak beracun, kuat, ringan, reflektif, serta juga dapat dilakukan daur ulang (Nurhabibi & Mursadin, 2023).

Ada banyak proses yang bisa dilakukan dalam pengolahan produk logam, salah satunya adalah proses pembubutan yang cukup banyak digunakan untuk menyayat benda kerja. Proses pembubutan logam ini merupakan suatu proses untuk menghilangkan sebagian logam dari permukaan benda kerja sehingga dihasilkan bentuk yang diinginkan atau yang direncanakan. Pada prinsip kerjanya, pembubutan merupakan proses perputaran yang terjadi pada benda kerja dengan pilihan mata bubut yang digunakan untuk memotong suatu benda kerja.

Mesin bubut merupakan salah satu mesin produksi yang digunakan untuk membentuk benda kerja berbentuk silindris atau mudahnya mesin bubut ini merupakan mesin perkakas yang digunakan untuk memotong benda kerja yang diputar. Bubut itu sendiri merupakan suatu proses pemakanan benda kerja yang sayatannya dilakukan dengan memutar benda kerja, lalu dikenakan pada pahat yang digerakkan secara translasi sejajar dengan sumbu putar dari benda kerja.

Terdapat dua jenis mesin bubut yakni mesin bubut konvensional dan juga mesin bubut CNC. Mesin bubut konvensional itu merupakan mesin bubut tradisional yang memproduksi benda-benda berbentuk silindris dengan gerak utamanya itu adalah berputar serta memiliki fungsi untuk mengubah bentuk dan juga ukuran benda

dengan cara menyayat benda dengan pahat penyayat. Sedangkan mesin bubut CNC ini merupakan mesin bubut semi otomatis yang mana ini menggunakan program CNC untuk menggerakkan pahat dan juga titik kunci lain serta dapat mengontrol pekerjaan dengan otomatis. Pada mesin CNC ini hasil produksinya itu bisa dikontrol dengan cukup baik sehingga juga bisa menghasilkan benda kerja yang sesuai dengan keinginan, tetapi memang bedanya dengan mesin bubut konvensional, mesin bubut CNC ini memiliki harga dan biaya perawatan yang cukup mahal jika dibandingkan dengan mesin bubut konvensional (Antungo et al., 2016).

Pada proses pembubutan, untuk melihat hasil pembubutan yang berkualitas baik itu dari segi bentuknya, ketepatan ukurannya ataupun sifat permukaannya itu bisa dilihat dari bagaimana kekasaran permukaan benda kerja. Sehingga memang bagi mahasiswa jurusan teknik mesin, hasil dari proses pembubutan yang baik itu adalah yang memiliki tingkat kepresisian yang baik dan memiliki nilai kekasaran permukaan yang kecil, karena jika semakin kecil nilai kekasaran permukaan, maka kondisi benda kerjanya itu akan semakin halus. Tetapi didalam perancangan konstruksi mesin, tidak selamanya permukaan harus memiliki kekasaran yang halus, karena pada dasarnya setiap proses pemesinan itu memiliki syarat kualitas permukaan yang berbeda-beda tergantung dengan fungsinya masing-masing. Permukaan dengan kekasaran yang tinggi itu biasanya dapat membuat gaya gesek yang cukup besar sehingga dapat menyebabkan keausan (Sobron Y Lubis et al., 2019).

Seperti yang telah dilakukan didalam penelitian terdahulu yakni dengan judul “Analisa Kekasaran Permukaan Material Aluminium Pada Proses Pembubutan

dengan Mesin Bubut BV-20” mendapatkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan bahwa benar adanya pengaruh yang berarti terhadap variasi kecepatan terhadap tingkat kekasaran permukaan pada proses pembubutan dengan material aluminium. Penelitian ini menggunakan mesin bubut *Automatic Feed Bench Lathe* BV 20 dengan mata pahat HSS (*High Speed Steel*), yakni dihasilkan jika semakin kecil nilai rata-rata hasil dari pengukuran kekasaran permukaan, maka akan semakin baik kualitas yang didapatkan dari hasil proses pembubutan tersebut. Dalam penelitian ini menggunakan 3 variasi kecepatan yakni 210, 650, dan 2000 Rpm dengan gerak pemakan 0,25 mm. Kekasaran yang paling rendah pada proses pembubutan di kecepatan putaran mesin 210 rpm dengan nilai kekasaran rata-rata 0,844 μm dan nilai kekasaran tertinggi pada kecepatan putaran mesin 650 rpm dengan nilai kekasaran rata-rata 3,579 μm , dan di kecepatan putaran mesin 2000 rpm nilai kekasaran permukaan material aluminium adalah 1,222 μm (Budi & Dwipayana, 2020).

Kemudian dalam penelitian terdahulu yang juga sejalan telah dilakukan oleh Sobron, dkk (2016), dalam penelitian ini memvariasikan kecepatan potong yakni 160, 180, 200, 200 dan 240 m/min dengan kedalaman potongnya adalah 0,5 mm dan gerak makan sebesar 0,3 dan 0,38 mm/put dengan benda kerjanya yakni logam aluminium *alloy*. Nah, dari penelitian yang telah dilakukan mendapatkan hasil bahwa pengukuran dan pengamatan topografi permukaan benda kerja diperoleh bahwa benda kerja yang memiliki tingkat kekasaran permukaan yang lebih tinggi akan menghasilkan sutau topografi permukaan dengan jarak goresan yang lebih lebar berbanding nilai kekasaran permukaan yang lebih rendah. Kecepatan potong

memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kekasaran permukaan benda kerja dan peningkatan kecepatan pemotongan juga dapat mempengaruhi penurunan nilai kekasaran permukaan logam. Kemudian juga dalam penelitian ini dijelaskan bahwa penggunaan mata pahat juga berpengaruh dalam menentukan kualitas produksi (Sobron Yamin Lubis & Christian, 2016).

Ada beberapa keadaan atau faktor yang bisa mempengaruhi kekasaran permukaan dari benda kerja hasil pembubutan, yakni: keterampilan pengemudi atau *skill operator* yang berpengaruh, kedalaman potong (*depth of cut*) dan juga kecepatan potong (*cutting speed*) yang sangat berpengaruh cukup penting (Sobron Y Lubis et al., 2019). Nah, dalam proses pembubutan kedalaman potong dan juga kecepatan potong ini sering diabaikan. Biasanya pengguna mengabaikan kedalaman potong itu karena mereka ingin bekerja dengan cepat, sehingga kedalaman potong yang digunakan itu adalah kedalaman potong yang besar, padahal jika kedalaman potong ditambah maka akan dapat memberi pengaruh terhadap kondisi permukaan yang bisa menjadi buruk. Kemudian disaat yang sama, kecepatan potong juga terkadang sering diabaikan, karena pekerjaan selesai dengan cepat. Padahal jelas bahwa kedua faktor ini baik kedalaman potong maupun kecepatan potong merupakan hal yang sangat penting sekali didalam proses pembubutan atau pemesinan untuk bisa mendapatkan dan mencapai penyelesaian permukaan yang sesuai yakni permukaan dengan kekasaran yang kecil. Kemudian juga keberhasilan dalam melakukan pembubutan benda kerja itu juga bergantung pada jenis pahat bubut yang digunakan, Karena pahat bubut yang melakukan pemakanan terhadap benda kerja tersebut, sehingga dalam

proses pembubutan harus menggunakan pahat bubut yang sesuai, yang tajam serta pemasangannya juga harus benar. Untuk itu, dari latar belakang tersebut, maka peneliti ingin meneliti lebih dalam terkait dengan parameter permesinan atau parameter pemotongan yang mempengaruhi tingkat kekasaran permukaan untuk melihat bagaimana kualitas kekasaran permukaan benda kerja disetiap variasi. Pada proses pemesinan ini menggunakan mesin bubut konvensional, kemudian proses pemakanan benda kerjanya yakni berbahan aluminium 6061 dimana akan berpengaruh terhadap permukaan benda kerja yaitu terhadap kekasaran permukaan benda kerja aluminium tersebut. Sehingga peneliti mengambil judul **“Pengaruh Parameter Permesinan Terhadap Kekasaran Permukaan Bahan Aluminium 6061 Pada Pembubutan Silindris Menggunakan Mata Pahat Intan”**.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut dapat diidentifikasi beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kekasaran permukaan logam hasil proses pembubutan yang menggunakan mesin bubut konvensional. Faktor-faktor tersebut adalah :

1. Laju pemakanan atau gerak pemakanan (*feedrate*)
2. Kecepatan spindel (*rpm*)
3. Kedalaman pemakanan (*depth of cut*)
4. Alat potong (bahan dan geometri pahat)
5. Karakteristik benda kerja (struktur dan kekerasan)
6. Keterampilan operator

1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, peneliti membatasi masalah agar lebih fokus pada proses penelitian yang akan dilakukan, sehingga data yang didapatkan sesuai dengan tujuan dari penelitian ini yakni untuk mengetahui bagaimana pengaruh parameter permesinan terhadap kekasaran permukaan bahan aluminium 6061 dengan menggunakan pahat intan. Adapun beberapa parameter yang digunakan sebagai batasan didalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mesin bubut yang digunakan dalam penelitian ini adalah mesin bubut Konvensional LG-1768H
2. Benda kerja yang digunakan adalah Aluminium 6061 yakni aluminium yang tahan dengan korosi karena karakteristik dari bahan yang dimiliki oleh aluminium ini sangat baik.
3. Bahan pahat yang digunakan adalah pahat intan (*sintered Diamonds*) dengan *nose radius* mata pahat 0° dan keausan mata pahat (V_b) dalam penelitian ini diabaikan.
4. Putaran spindel dalam penelitian ini adalah 1000 rpm, 1600 rpm dan 2000 rpm.
5. Kedalaman potong (*depth of cut*) dalam penelitian ini adalah 0,1 mm, 0,3 mm, dan 0,5 mm.
6. Laju pemakanan atau gerak pemakanan 0,102 mm/rev, 0,121 mm/rev, dan 0,130 mm/rev.

7. Pengujian atau pemotongan dilakukan dalam kondisi kering atau tanpa pendingin (*coolant*).

1.4 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini berdasarkan dari uraian latar belakang diatas adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh parameter permesinan dengan putaran spindel, *deep of cut* dan laju pemakanan (*feedrate*) yang berbeda terhadap tingkat kekasaran permukaan bahan aluminium 6061 pada pembubutan silindris menggunakan pahat intan?

1.5 Tujuan Penelitian

Beberapa tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini yakni sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui bagaimana pengaruh parameter permesinan dengan kombinasi putaran spindel, *deep of cut* dan laju pemakanan (*feedrate*) yang berbeda terhadap tingkat kekasaran permukaan bahan aluminium 6061 pada pembubutan silindris menggunakan pahat intan.
2. Untuk mengetahui tingkat kekasaran terkecil dan terbesar dari 9 sampel pengujian serta memprediksi kombinasi parameter terbaik dari analisa pengujian tersebut.
3. Untuk mengetahui waktu pemotongan (T_c) dari 9 sampel pengujian.

1.6 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan beberapa kontribusi yang bermanfaat didalam perkembangan ilmu pengetahuan khususnya pada teknologi pembubutan bagi beberapa pihak, diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Bagi peneliti, dapat menambah wawasan dan pengetahuan, serta sebagai wujud nyata kemampuan untuk menganalisis pengaruh parameter permesinan terhadap kekasaran permukaan Aluminium 6061 menggunakan pahat intan serta menganalisis pengaruh variasi kecepatan pada keausan mata pahat.
2. Bagi akademisi, hasil dari penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan bacaan atau sumber referensi serta bukti *empiric* sebagai kontribusi ilmiah terkait dengan kecepatan potong dan kekasaran permukaan terhadap proses bubut pada bahan kerja Aluminium 6061, serta menjadi karya ilmiah atau bahan pustaka dalam Program Studi S-1 Teknik Mesin Universitas Islam Sumatera Utara.
3. Bagi praktisi, hasil dari penelitian ini dapat dimanfaatkan sebagai salah satu informasi dalam perencanaan dan parameter untuk proses bubut dalam kegiatan hasil akhir kekasaran yang baik.

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Proses Permesinan

Proses permesinan itu merupakan proses pembuangan ataupun juga suatu proses pemotongan sebagian bahan yang memiliki tujuan untuk membentuk produk yang diharapkan. Proses permesinan ini biasa dilakukan di dunia industri manufaktur yakni pada proses penyekrapan (*shaping*), proses pembubutan (*turning*), proses frais (*milling*), proses gergaji (*sawing*), dan juga proses gerinda (*grinding*). Proses-proses yang dilakukan ini merupakan proses lanjutan dalam pembentukan benda kerja ataupun juga merupakan proses akhir setelah pembentukan logam yang telah dibentuk sebelumnya pada proses pengecoran ataupun juga tempa yang sudah disiapkan sesuai dengan bentuk dan juga ukuran mendekati benda yang akan dibuat. Proses permesinan ini merupakan proses yang paling banyak dilakukan untuk menghasilkan suatu produk jadi yang berbahan baku logam. Sehingga diperkirakan sekitar 60 sampai 80% dari seluruh proses pembuatan suatu mesin yang komplit itu dilakukan dengan proses permesinan (Kencanawati, 2017).

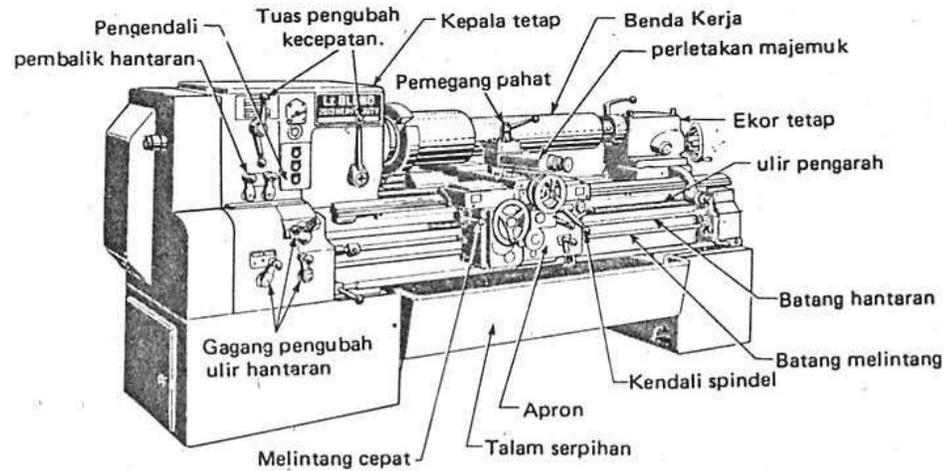
Mesin perkakas digunakan untuk memotong logam dalam bentuk, ukuran dan juga kualitas permukaan yang diinginkan. Nah, kualitas permukaan potong itu bergantung pada kondisi pemotongan, yakni bergantung pada besarnya kecepatan potong (*cutting speed*), ketebalan pemakanan (*feeding*), dan juga kedalaman

pemakanan (*depth of cut*) (Prayoga et al., 2020). Proses pemotongan logam dibagi menjadi 4 bagian yakni:

1. Bentuk bidang potong yang dihasilkan;
2. Bentuk pahat potong (*tool shape*);
3. Sifat gerakan relatif yang diterapkan; dan
4. Kualitas permukaan

Dalam sebuah jurnal dijelaskan bahwa mesin bubut atau *turning machine* merupakan suatu jenis mesin perkakas yang didalamnya memuat suatu proses kerja dengan cara bergerak memutar benda kerja dengan menggunakan mata potong pahat sebagai alat yang dijadikan untuk menyayat benda kerja tersebut. Mesin bubut merupakan suatu proses produksi yang digunakan untuk membentuk benda kerja yang berbentuk silindris seperti pembuatan poros. Pada prosesnya benda kerja terlebih dahulu dipasangkan pada pencekam (*chuck*) yang terpasang pada spindel mesin, kemudian spindel dan benda kerja tersebut diputar dengan kecepatan sesuai dengan perhitungan. Alat potong (pahat) yang digunakan untuk membentuk benda kerja tersebut akan disayatkan pada benda kerja yang berputar. Nah, umumnya untuk pahat bubut dalam keadaan diam, pada perkembangannya ada jenis mesin bubut yang berputar alat potongnya sedangkan bendanya diam. Dalam kecepatan putar sesuai perhitungan alat potong akan mudah memotong benda kerja sehingga benda kerja tersebut mudah dibentuk sesuai dengan yang diharapkan. Mesin bubut manual sering dikatakan dengan mesin bubut konvensional yang membedakannya dengan mesin-mesin bubut yang lainnya yakni yang dikontrol dengan computer (*Computer*

Numerically Controlled) ataupun juga control numeric (*Numerical Control*). (Sumbodo, 2008). Komponen utama dari mesin bubut diperlihatkan pada gambar 1.1.



Gambar 1.1 Komponen Utama Mesin Bubut

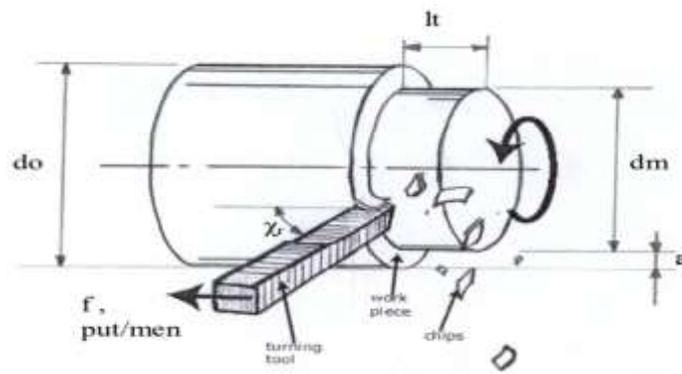
1. Kepala tetap (*headstock*), terdiri dari unit penggerak, digunakan untuk memutar spindel yang memutar benda kerja.
2. Ekor tetap (*tailstock*), terletak bersebrangan dengan kepala tetap, digunakan untuk menopang benda kerja pada ujung yang lain.
3. Pemegang pahat (*tool post*), ditempatkan diatas peluncur lintang (*cross slide*) yang dirakit dengan pembawa (*carriage*).
4. Peluncur lintang, digunakan untuk menghantarkan pahat dalam arah yang tegak lurus dengan gerakan pembawa.
5. Pembawa, menghantarkan perkakas dalam arah yang sejajar dengan sumbu putar.
6. Batang hantaran, merupakan rel tempat meluncurnya pembawa, dibuat dengan akurasi kesejajaran yang relative tinggi dengan sumbu spindel.

7. Ulir pengarah (*leadscrew*), digunakan untuk menggerakkan pembawa. Ulir berputar dengan kecepatan tertentu sehingga dihasilkan hantaran dengan kecepatan sesuai dengan yang diinginkan.
8. Bangku (*bed*), berfungsi untuk menyangga komponen-komponen yang lainnya.

Mesin bubut konvensional dan kebanyakan mesin lainnya yang dijelaskan pada bagian ini merupakan mesin bubut horizontal yang memiliki sumbu spindel horizontal, dimana panjang dari benda kerja itu lebih besar dari panjangnya, lebih sesuai digunakan mesin dengan sumbu putar .

2.1.2 Parameter proses Pembubutan

Tiga parameter utama pada setiap proses bubut merupakan kecepatan putar spindel (*speed*), geram makan (*feed*) dan kedalaman potong (*depth of cut*). Faktor lain seperti bahan benda kerja dan jenis pahat sebenarnya juga memiliki pengaruh yang juga cukup besar, tetapi tiga parameter tersebut yang dijelaskan diatas merupakan bagian yang juga bisa diatur oleh operator langsung pada mesin bubut.



Gambar 1.2 Skematis Proses Bubut

Keterangan :

d_o = diameter mula (mm)

d_m = diameter akhir (mm)

l_t = panjang pemotongan (mm)

pahat : Xr = sudut potong utama/sudut masuk

mesin bubut :

a = kedalaman potong (mm)

f = gerak makan (mm/putaran)

n = putaran poros utama (putaran/mesin)

a. Kecepatan putaran mesin

Kecepatan putaran mesin dapat diatur, kecepatan putaran mesin tergantung pada diameter dan juga jenis bahan benda kerja yang akan dilakukan proses pembubutan. Persamaan untuk menghitung kecepatan putaran adalah sebagai berikut :

$$n = \frac{Cs \cdot 1000}{3.14 \cdot D} \text{ Rpm} \quad \dots\dots\dots (2.1)$$

$$n = 318,47 \frac{Cs}{D} \quad \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan :

D = diameter benda kerja (inch)

n = kecepatan putaran (rpm)

Cs = kecepatan potong (m/menit)

b. Kecepatan potong

Kecepatan pemotongan atau yang disimbolkan dengan V_c itu merupakan kemampuan alat potong dalam menyayat bahan dengan aman dan menghasilkan tatal dalam satuan panjang/waktu (m/menit atau feet/menit). Pada gerak putar seperti mesin bubut, kecepatan potong merupakan keliling kali putaran atau $\pi \times d \times n$; dimana d itu merupakan diameter dari si benda kerjanya dalam satuan millimeter dan n itu adalah kecepatan putaran benda kerja dalam satuan putaran/menit (rpm) (Sumbodo, 2008). Untuk besar kecepatan potong itu berbanding lurus dengan kecepatan putar spindel yakni jika semakin besar kecepatan potongnya, maka akan semakin besar pulalah kecepatan putar spindel. Nah, dari berbagai parameter potong, parameter inilah yang paling berpengaruh terhadap tingkat kekasaran permukaan (Nasution & Bakhori, 2021).

Kecepatan potong merupakan panjang potong yang dihasilkan /tersayat dalam satuan waktu menit dan dalam hitungan kaki. Kecepatan pemakanan dapat dicari dengan persamaan.

$$\text{Persamaan: } V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \text{ (m/menit)} \quad \dots\dots\dots (2.3)$$

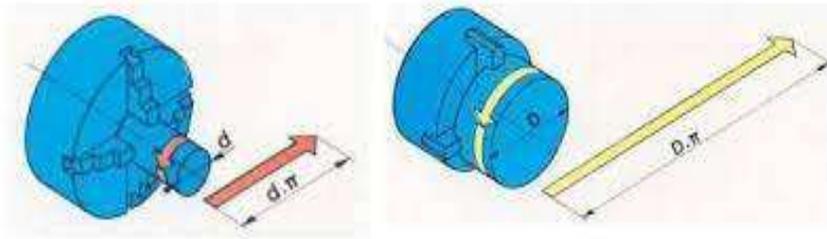
Keterangan :

V = kecepatan potong (m/menit)

D = diameter benda kerja (mm)

n = putaran benda kerja (putaran/menit)

$\pi = 3.14$



Gambar 1.3 Panjang permukaan benda kerja yang dilalui pahat setiap putaran

Dengan demikian, kecepatan potong itu ditentukan oleh diameter benda kerja. Selain itu juga kecepatan potong itu ditentukan oleh faktor bahan benda kerja dan juga bahan pahat yang juga sangat menentukan harga kecepatan potong. Pada dasarnya ketika proses bubut, kecepatan potong itu ditentukan berdasarkan bahan benda kerja dan juga pahat yang digunakan.

Tabel 1.1 Kecepatan Potong untuk Beberapa Jenis Bahan

Bahan	Pahat HSS		Pahat Karbida	
	Halus	Kasar	Halus	Kasar
Baja Perkakas	75-100	25-45	185-230	110-140
Baja Karbon Rendah	70-90	25-40	170-215	90-120
Baja Karbon menengah	60-85	20-40	140-185	75-110
Besi Cor Kelabu	40-45	25-30	110-140	60-75
Kuningan	85-110	45-70	180-215	120-150
Aluminium	70-110	30-45	140-215	60-90

(Sumbodo, 2008)

c. Kecepatan pemakanan (*feeding*)

Kecepatan makan pada mesin bubut adalah gerakan pemakanan oleh pahat dalam proses pembubutan. Besarnya kecepatan pemakanan tergantung pada kehalusan permukaan potong benda kerja yang dikehendaki.

$$\text{Persamaan } V_f = f \cdot n \text{ (mm/menitenit) (2.4)}$$

Keterangan :

V_f = kecepatan makan (mm/menitenit)

f = gerak makan (mm/putaran)

n = putaran poros utama (putaran/menit)

d. Waktu pemotongan

Waktu pemotongan merupakan waktu yang diperlukan selama proses pembubutan.

$$\text{Persamaan } t_c = \frac{l_t}{V_f} \text{ (2.5)}$$

Keterangan :

T_c = waktu pemotongan (menit)

l_t = panjang benda kerja yang akan dibubut (mm)

V_f = kecepatan makan (m/menit)

e. Waktu pembubutan

Waktu pembubutan merupakan waktu yang diperoleh selama proses pembubutan.

$$\text{Persamaan : } T = \frac{L}{n \cdot s} \text{ menit (2.6)}$$

Keterangan :

T = lamanya pembubutan berlangsung (menit)

n = putaran mesin (put/menit)

s = *speed* atau kecepatan pemakanan (mm/putaran)

L = panjang benda kerja yang akan dibubut (mm)

$L = l + l_a$ (l_a = langkah awal)

f. Kedalaman pemakanan

Kedalaman pemakanan atau juga sering disebut sebagai kedalaman potong (*depth of cut*) merupakan tebal bagian benda kerja yang dibuang dari benda kerja atau jarak antara permukaan yang dipotong terhadap permukaan yang belum terpotong. Ketika pahat memotong sedalam a , maka diameter benda kerja akan berkurang $2a$, karena bagian permukaan benda kerja yang dipotong ada di uda sisi akibat dari benda kerja yang diputar (Nasution & Bakhori, 2021).

Kedalaman pemakanan dapat diartikan dengan dalamnya suatu pahat yang digunakan dalam menusuk benda kerja saat penyayatan dilakukan ataupun tebalnya tatal bekas bubutan. Didalam proses pemesinan, untuk mencapai kondisi pemotongan yang optimal dan juga stabil maka sangat perlu sekali untuk memperhatikan adanya kombinasi besaran laju pemotongan, gerak makan dan juga kedalaman pemotongan.

Beberapa proses pemesinan selain proses bubut juga bisa dilakukan di mesin bubut proses pemesinan yang lain,, misalnya yakni di mesin bubut dalam (*internal turning*), proses pembuatan lubang dengan mata bor (*drilling*), proses memperbesar lubang (*boring*), pembuatan ulir (*thread cutting*) dan pembuatan alur

(*grooving/parting-off*). Proses tersebut dilakukan di mesin bubut dengan bantuan peralatan bantu agar proses permesinan dapat dilakukan.

Kedalaman pemakanan ini merupakan tebal tatal yang dihasilkan di dalam pembubutan. Kedalaman pemakanan dipilih berdasarkan kualitas pengerjaan yang diharapkan. Untuk pemotongan yang halus dapat dipilih pemakanan antara 0.38-2.39 mm dengan *speed* 0.13-0.38 mm/putaran. Sedangkan pemotongan kasar 4.79-9.53 mm dengan *speed* 0.75-1.27 mm/putaran.

Persamaan $D_2 = D_1 - 2a \cdot i$

$$i = \frac{D_1 - D_2}{2a} \text{ kali} \quad \dots\dots\dots (2.7)$$

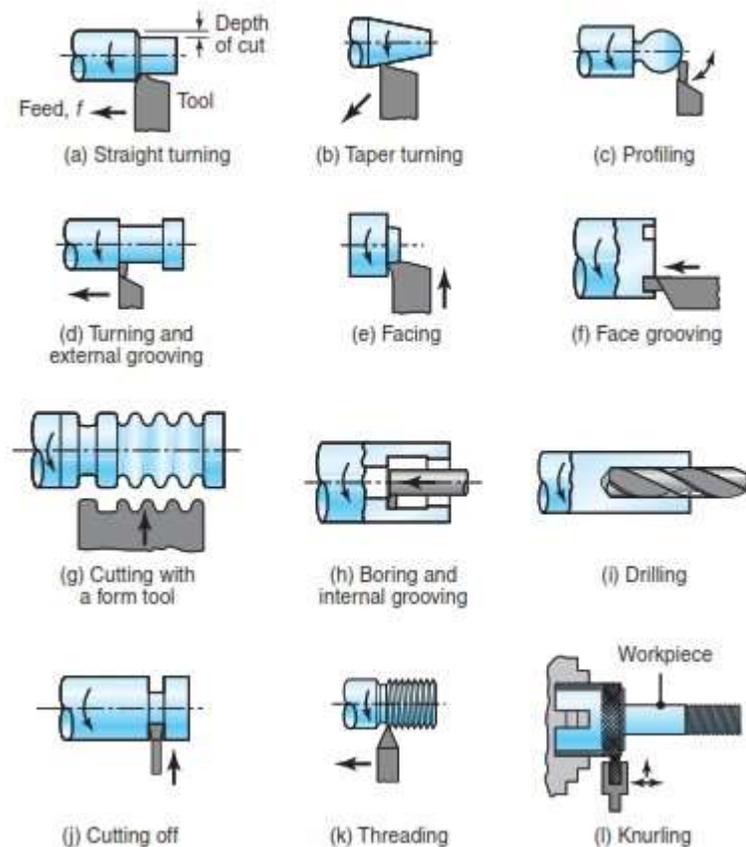
Keterangan :

i = jumlah pemotongan (kali)

D1 = diameter awal (mm)

D2 = diameter setelah dibubut (mm)

a = kedalaman setelah pemotongan (mm)



Gambar 1.4 Proses Permesinan yang Dapat Dilakukan Pada Mesin Bubut

2.1.3 Jenis-Jenis Mesin Bubut Konvensional

Dilihat dari segi dimensinya, mesin bubut konvensional terdiri dari beberapa kategori, yakni : mesin bubut ringan, mesin bubut sedang, mesin bubut standar, dan mesin bubut berat. Dijelaskan dibawah ini (Antungo et al., 2016):

1. Mesin bubut ringan. Mesin bubut ini dapat diletakkan diatas meja dan juga mudah dipindahkan sesuai dengan keinginan ataupun juga sesuai dengan kebutuhan, kemudian juga benda kerjanya berdimensi kecil (mini). Jenis ini biasanya digunakan untuk membubut benda-benda kecil dan juga biasanya digunakan untuk industri rumah tangga (home industri). Panjang mesinnya itu

biasanya tidak lebih dari 1200 mm, dan karena bebannya ringan maka dapat diangkat oleh satu orang.



Gambar 1.5 Mesin Bubut Ringan

2. Mesin bubut sedang. Mesin bubut ini dapat membubut diameter benda kerja sampai dengan 200 mm dan panjang sampai dengan 100 mm, cocok untuk digunakan di industry kecil ataupun juga di bengkel-bengkel perawatan dan pembuatan komponen.



Gambar 1.6 Mesin Bubut Sedang

3. Mesin bubut standar. Mesin bubut standar ini merupakan mesin yang tidak hanya memiliki komponen seperti pada mesin ringan dan sedang, tetapi mesin

ini juga sudah dilengkapi dengan berbagai kelengkapan tambahan, yakni keran pendingin, lampu kerja, bak penampung beram dan juga rem untuk menghentikan mesin dalam keadaan darurat.



Gambar 1.7 Mesin Bubut Standar

4. Mesin bubut berat. Mesin bubut ini digunakan untuk benda kerja yang berdimensi besar. Terbagi atas mesin bubut beralas panjang, mesin bubut lantai, dan mesin bubut tegak.

2.1.4 Fungsi Mesin Bubut Konvensional

Mesin bubut konvensional memiliki fungsi untuk membuat ataupun juga untuk memproduksi benda-benda berpenampang silindris, misalnya poros lurus, poros bertingkat, poros tirus, poros berulir, dan juga berbagai bentuk bidang permukaan lainnya yakni anak buah catur (Atmantawarna et al., 2013).

2.1.5 Bagian Utama Mesin Bubut Konvensional

Pada umumnya bagian utama dari mesin bubut konvensional itu sama, walaupun merk dan buatan pabriknya berbeda-beda, tetapi terkadang posisi dari handle/tuas, tombol, tabel petunjuk pembubutan dan juga rangkaian dari penyusun roda gigi untuk berbagai jenis pembubutan itu letaknya berbeda, termasuk juga dengan cara pengoperasiannya karena memiliki fasilitas yang sama juga tidak jauh berbeda. Berikut ini merupakan beberapa bagian mesin bubut (Sumbodo, 2008):

1. Motor penggerak

Motor penggerak ini merupakan sumber penggerak utama pada mesin bubut yang memiliki fungsi untuk menggerakkan spindel yang nantinya akan memutar benda kerja. Nah, motor penggerak ini biasanya yang sering digunakan itu adalah motor penggerak arus searah (DC) dengan kecepatan putar yang variabel.

2. *Spindel*

Spindel merupakan bagian dari mesin bubut yang berputar yakni terpasang pada *headstock* digunakan untuk memutar pencekam benda kerja atau *chuck*.

3. *Headstock* (kepala Tetap)

Bagian dimana transmisi penggerak berada. Komponen (pencekam benda kerja) ini dihubungkan dengan *spindel* poros transmisi pada bagian *headstock*. *Headstock* itu sendiri terdiri dari *workholderspindle*, gear transmisi, parameter tingkat kecepatan spindel dan tuas-tuas pengatur.

4. *Carriage* (Eretan)

Eretan ini berfungsi untuk menghantarkan *cutting tool* (yang terpasang dari *tool post*) bergerak sepanjang meja bubut saat pembubutan sedang berlangsung.

Eretan terdiri dari eretan memanjang (*longitudinal carriage*) yakni yang bergerak sepanjang atas mesin, kemudian ada juga eretan melintang (*cross carriage*) yakni yang bergerak melintang alas mesin dan terakhir ada eretan atas (*top carriage*) yang bergerak sesuai dengan posisi penyetelan diatas eretan melintang. Eretan juga terdiri dari beberapa bagian yakni meja/sadel, apron dan *cross silinder*. Fungsi eretan adalah untuk memberikan pemakanan yang besarnya dapat diatur sesuai keinginan operator yang dapat terukur dengan ketelitian tertentu yang terdapat pada roda pemutarnya. Eretan ini dapat digerakkan secara otomatis ataupun manual.

5. *Toolpost* (Penjepit Pahat)

Bagian dimana *cutting tool* atau mata pahat dicekam kuat bersamaan dengan *toolholder*-nya. Pengencangan *toolholder* pada *toolpost* menggunakan tuas skrup. Bagian ini terpasang di eretan meja pengantar (*carriage*).

6. *Tailstock* (Kepala Lepas)

Bagian ini memiliki kegunaan untuk mengatur center atau mengatur titik tengah yang dapat diatur untuk proses bubut parallel maupun taper. *Tailstock* bergerak diatas lintasannya yakni berupa rangkaian gigi rack dan pinion. Kepala lepas ini juga memiliki fungsi untuk menunjukkan posisi relative antara benda dan juga *cutting tool* (mata pahat).

7. *Chuck* (Cekam)

Cekam ini juga merupakan bagian dari mesin bubut konvensional, yakni digunakan untuk menjepit benda kerja. Jenis cekam ini ada beberapa yakni ada yang berahang tiga sepusat (*self centering chuck*) dan ada juga yang berahang tiga

dan empat tidak sepusat (*independenc chuck*). Untuk cekam rahang tiga sepusat itu memiliki fungsi untuk digunakan pada benda-benda silindris, dimana gerakan rahang itu bersama-sama pada saat dikencangkan atau dibuka. Sedangkan cekam rahang tiga dan empat tidak sepusat, itu setiap rahang dapat bergerak sendiri tanpa harus diikuti oleh rahang yang lainnya, maka jenis ini biasanya itu digunakan untuk mencekam benda-benda yang tidak silindris atau juga digunakan pada saat pembubutan eksentrik.

8. *Bed Engine* (Meja Mesin)

Meja mesin bubut ini berfungsi sebagai tempat dudukan kepala lepas, eretan, penyangga diam serta sebagai tumpuan gaya pemakanan waktu pembubutan. Meja mesin ini memiliki permukaan yang halus dan rata, sehingga gerakan kepala lepas dan lainnya di atasnya dapat berjalan dengan lancar. Bila alas ini kotor atau terjadi kerusakan, maka akan mengakibatkan jalannya eretan tidak lancar sehingga akan diperoleh hasil pembubutan yang tidak maksimal/kurang presisi.

9. Kran Pendingin

Bagian mesin bubut yang ini memiliki fungsi untuk menyalurkan cairan pendingin (*collant*) kepada benda kerja yang sedang dibubut dengan tujuan adalah untuk mendinginkan pahat pada waktu penyayatan, sehingga bisa menjaga pahat tetap tajam dan juga mendapatkan hasil bubut yang halus.

2.1.6 Pahat Mesin Bubut (Pahat Intan)

Pahat bubut intan atau *Sintered Diamonds* merupakan bahan dari hasil proses sintering antara serbuk intan tiruan dengan pengikat Co (5% - 10%). Hot hardness

yang tinggi dan tahan terhadap deformasi plastik. Sifat intan ini adalah apabila terkena temperature yang tinggi, maka ia akan berubah menjadi graphit dan juga mudah terdifusi oleh atom-atom besi. Oleh karena itu pahat bubut intan ini cocok untuk mengerjakan benda kerja nonferro. Tetapi biasanya dalam proses permesinan pada umumnya memang yang sering digunakan adalah pahat HSS dan Karbida.

2.1.7 Aluminium 6061

Aluminium dan paduan aluminium ini merupakan suatu logam ringan yang memiliki kekuatan tinggi, tahan terhadap karat dan juga merupakan konduktor listrik yang cukup baik sekali. Oleh karena itu maka penggunaan bahan aluminium ini dan paduannya dapat diklasifikasikan ke dalam tiga cara, yakni berdasarkan pembuatannya, dengan klasifikasi paduan cor an paduan tempa, berdasarkan perlakuan panas dengan klasifikasi, dapat dan tidak dapat diperlaku-panaskan dan selanjutnya cara yang ketiga itu adalah berdasarkan paduan. Nah, berdasarkan klasifikasi aluminium dibagi menjadi tujuh jenis yaitu : jenis Al murni, jenis Al-Cu, jenis Al-Mn, Al-Si, jenis Al-Mg, jenis Al-Mg-Si dan jenis Al-Zn.

Aluminium paduan Al-6061 merupakan kelompok paduan aluminium magnesium *silicon* (AlMgSi). Paduan AlMgSi ini digolongkan menjadi tiga kelompok yakni : 1) paduan logam dengan jumlah yang seimbang antara unsur Si dengan Mg antara 0,8 % dan 1,2 % berat. Kelompok ini dapat diekstruksi; 2) logam yang mengandung Mg dan Si lebih dari 1,4 %, paduan ini dapat didinginkan cepat untuk meningkatkan kekuatan setelah proses ekstruksi; 3) kelompok yang memiliki komposisi Si lebih banyak dengan tujuan untuk meningkatkan kekasaran.

2.1.8 Kekasaran Permukaan

Kekasaran permukaan ini merupakan suatu nilai yang dicapai pada hasil dari proses permesinan. Setiap bidang permukaan pada benda kerja setelah melalui tahapan proses permesinan maka akan membentuk suatu tingkat kekasaran pada permukaannya. Sehingga kekasaran permukaan ini merupakan ketidak teraturan konfigurasi dan juga merupakan penyimpangan karakteristik permukaan berupa guratan yang nantinya akan terlihat pada profil permukaan. Penyebabnya yakni bisa dari parameter pemotongan, geometri dan juga bisa dari dimensi pahatnya atau juga cacat pada material benda kerja serta kerusakan pada aliran geram atau tatal.

Kekasaran permukaan ini merupakan penyimpangan rata-rata aritmetik dari garis rata-rata permukaan. Pengertian ini digunakan untuk menentukan harga rata-rata dari kekasaran permukaan. Didalam dunia industry, permukaan benda kerja itu memiliki nilai kekasaran yang berbeda-beda, tergantung dengan kebutuhan dari alat tersebut. Kekasaran permukaan dari bagian-bagian mesin dan juga bekas pengerjaannya itu merupakan suatu faktor yang sangat penting sekali untuk menjamin mutu bagian-bagian, seperti misalnya suaian atau ketahanan, maupun tampak dari bagian-bagian. Penunjukkan konfigurasi permukaan yang mencakup kekasaran permukaan, arah bekas pengerjaan dll diperlukan untuk menjamin tujuan-tujuan diatas. Sehingga konfigurasi permukaan tidak diperlukan jika proses pembuatan biasa dapat menjamin pengerjaan akhir yang dapat diterima (HILMAN, 2022).

Dalam proses permesinan (*machining process*), kekasaran permukaan merupakan suatu sifat yang cukup penting sekali, karena sifat ini merupakan penentu kualitas produk yang akan dihasilkan. Kekasaran permukaan merupakan sifat

permukaan suatu benda yang dapat dirasakan oleh indera. Sehingga didalam dunia industri permesinan, pengukuran sifat permukaan sangat diperlukan, terutama yang bergerak dibidang produksi. Elemen-elemen mesin seperti poros, pasak dll memerlukan pengukuran untuk bisa menentukan nilai dari kekasaran permukaan, selain toleransi pengukuran dan juga presisinya (Ritonga, 2023).

Nilai kekasaran permukaan memiliki nilai kualitas (N) yang berbeda, Nilai kualitas kekasaran permukaan telah diklasifikasikan oleh ISO dimana yang paling kecil itu adalah N1 yang memiliki nilai kekasaran permukaan (Ra) 0,025 μm dan yang paling tinggi itu adalah N12 yang nilai kekasarannya 50 μm . angka yang ada pada symbol kekasaran permukaan merupakan nilai dari kekasaran permukaan aritmatik (Azhar, 2014). Nilai dari kekasaran permukaan (Ra) telah dikelompokkan menjadi 12 kelas kekasaran yakni sebagai berikut :

Tabel 1.2 Angka Kekasaran Permukaan

Kelas Kekasaran	Harga Ra (μm)	Toleransi (μm) (+50% & -25%)	Panjang Sampel (mm)
N1	0,025	0,02 - 0,04	0,08
N2	0,05	0,04 - 0,08	0,25
N3	0,1	0,08 - 0,15	
N4	0,2	0,15 - 0,03	
N5	0,4	0,03 - 0,06	0,8
N6	0,8	0,6 - 1,2	
N7	1,6	1,2 - 2,4	

N8	3,2	2,4 - 4,8	
N9	6,3	4,8 - 9,6	
N10	12,5	9,6 - 18,75	2,5
N11	25	18,5 - 37,5	
N12	50	37,5 - 75,0	8

Toleransi harga kekasaran rata-rata, Ra dari suatu permukaan itu tergantung pada proses pengerjaannya. Hasil dari penyelesaian permukaan dengan menggunakan mesin gerinda itu sudah jelas lebih halus jika dibandingkan dengan mesin bubut. Nah, berikut ini contoh harga kelas kekasaran rata-rata menurut proses pengerjaannya.

Tabel 1.3 Tingkat Kekasaran Rata-Rata Permukaan Menurut Proses Pengerjaan

Proses pengerjaan	Selang (N)	Harga Ra
<i>Lapping datar dan Sillinder</i>	N1 – N 4	0.025 – 0.2
<i>Superfinishing Diamonds Turning</i>	N1 – N6	0.025 – 0.8
Gerinda <i>Sillinder Datar</i>	N1 – N8	0,025 – 3.2
<i>Finishing</i>	N4 – N8	0.1 – 3.2
Wajah dan Sillinder Berputar	N5 – N12	0.4 – 50.0
<i>Milling and Reaming Drilling</i>	N7 – N10	1.6 – 12.5
<i>Shapping, Perencanaan, Milling horizontal</i>	N6 – N12	0.8 – 50.0
<i>Sandcasting dan Penempatan</i>	N10 – N11	12.5 – 25.0
Ekstrusi, Penggulungan Dingin,	N6 – N8	0.8 – 3.2
Menggambar <i>Die casting</i>	N6 – N7	0.8 – 1.6

2.1.9 Pengukuran Kekasaran Permukaan

Salah satu karakteristik geometris yang ideal dan juga optimal dari suatu komponen itu adalah memiliki permukaan yang halus. Dalam prakteknya langsung memang tidak mungkin untuk mendapatkan suatu komponen yang memang memiliki permukaan yang benar-benar halus. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor didalamnya yakni karena faktor manusia (operator) dan juga bisa jadi karena faktor-faktor dari mesin yang digunakan untuk membuatnya. Akan tetapi, di era perkembangan teknologi saat ini yakni juga dengan kemajuan teknologi maka akan bisa membuat peralatan yang mampu untuk membuat atau membentuk suatu permukaan komponen dengan tingkat kehalusan yang cukup tinggi menurut standar ukuran yang berlaku dalam metrologi yang dikemukakan oleh para ahli pengukuran geometris benda melalui pengalaman dari penelitian yang telah dilakukan. Pengukuran permukaan dapat dibedakan menjadi dua kelompok yakni : pengukuran permukaan secara tak langsung atau membandingkan dan pengukuran permukaan secara langsung (Burhanuddin, 2013).

2.1.10.1. Pengukuran secara tidak langsung

Dalam pemeriksaan permukaan secara tidak langsung ini ada beberapa cara yang dapat dilakukan, antara lain yaitu dengan meraba (*touch inspection*), dengan melihat/mengamati (*visual inspection*), dengan menggaruk (*scratch inspection*), dengan mikroskop (*microscopic inspection*) dan dengan potografi permukaan (*surface photographs*).

2.1.10.2. Pengukuran kekasaran secara langsung

Pengukuran kekasaran permukaan secara langsung itu adalah dengan menggunakan peralatan yang dilengkapi dengan peraba yang disebut dengan *stylus*. Nah, *stylus* ini merupakan peraba merupakan alat ukur kekasaran permukaan yang bentuknya konis atau piramida. Bagian ujung dari *stylus* ini ada yang berbentuk rata dan ada pula yang berbentuk radius. Untuk yang berbentuk radius, jari-jari radiusnya itu biasanya sekitar 2 μm .

Pergeseran *stylus* menunjukkan perubahan yang dialami oleh *stylus* karena permukaan yang tidak halus maka akan kelihatan pada kertas grafik dari peralatan ukurnya karena perubahan ini terekam secara otomatis. Dengan adanya bagian pembesar pada alat ukurnya kekasaran permukaan yang tidak jelas dilihat oleh mata maka akan kelihatan atau terlihat Nampak jelas tergambar pada kertas di bagian *rekorder* (perekam) jalannya *stylus*. Beberapa peralatan ukur permukaan yang menggunakan *stylus* ini antara lain *profilometer*, *the Tomlinson surface meter* dan *the taylor-hobson taysurf*.