

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

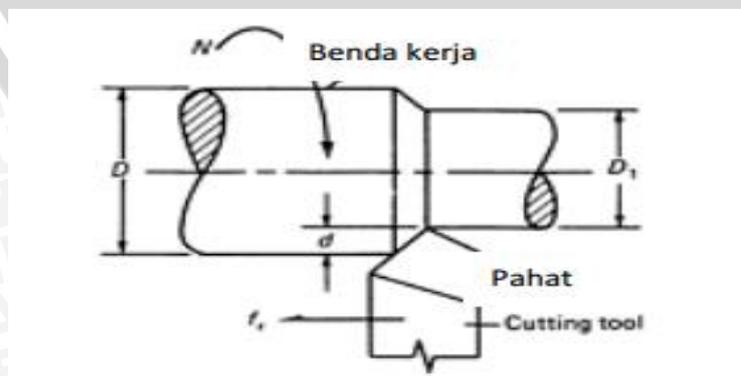
2.1 Penelitian Sebelumnya

Sinu (2012) Studi Pengaruh Sudut Potong (K_r) Dengan Pahat Karbida Pada Proses Bubut Dengan Tipe Pemotongan *Oblique* Terhadap Kekasaran Permukaan. Penelitian dilakukan dengan menggunakan tiga variasi sudut potong yaitu 85° , 90° dan 95° . Dari penelitian tersebut didapat variasi sudut potong mempengaruhi kekasaran permukaan. Dimana sudut potong 95° didapat paling optimal. Hal ini juga dipengaruhi oleh faktor – faktor seperti gerak makan sebesar $0,11 \text{ mm/rev}$ dan putaran mesin 950 rpm yang menghasilkan kekasaran sebesar $3,86 \mu\text{m}$.

Prasetya (2011) Pengaruh Parameter Pemotongan dan *Nose Radius* Pahat Insert V series Terhadap Kekasaran Permukaan pada Proses Pembubutan Baja AISI 1045. Penelitian tersebut bertujuan menentukan parameter permesinan yang paling sesuai agar tingkat kekasaran yang didapat optimal. Pada penelitian tersebut didapat *cutting speed* sebesar $0,15 \text{ mm/rev}$ dan putaran spindel 900 rpm , serta *depth of cut* 1 mm yang merupakan *depth of cut* terkecil dari variasi yang dilakukan peneliti.

2.2 Proses Bubut

Proses bubut dilakukan dengan berputarnya benda kerja yang berada pada *chuck*, kemudian dilakukan proses pemakanan oleh pahat potong.. Proses ini diulang beberapa kali sampai mendapatkan diameter yang diinginkan (Rochim, 1993). Ilustrasi dari proses bubut ditunjukkan pada Gambar 2.1



Gambar 2.1 Proses bubut

Sumber : ASM Handbook,16:1995

2.3 Mesin Bubut

Mesin bubut adalah salah satu mesin yang berfungsi untuk menyayat benda kerja yang berputar. Proses kerja mesin bubut adalah dengan memutar benda kerja kemudian dilakukan pemakanan dengan pahat yang digerakkan sumbu putar dari benda kerja.

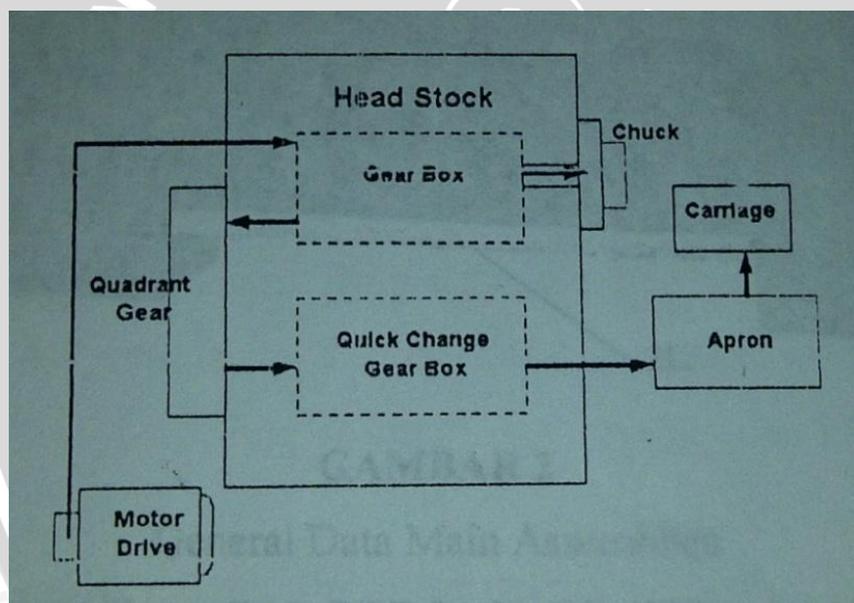
Prinsip kerja mesin bubut ada 2 macam, yaitu :

1. Main Drive

Main drive pada mesin bubut adalah pada proses putaran motor listrik yang ditransmisikan dengan sabuk menuju *gear box*, pada *gear box* terdapat roda gigi yang berfungsi mengatur lecepatan putaran spindel, yang menghasilkan putaran pada *chuck* yang mencekam benda kerja..

2. Feed Drive

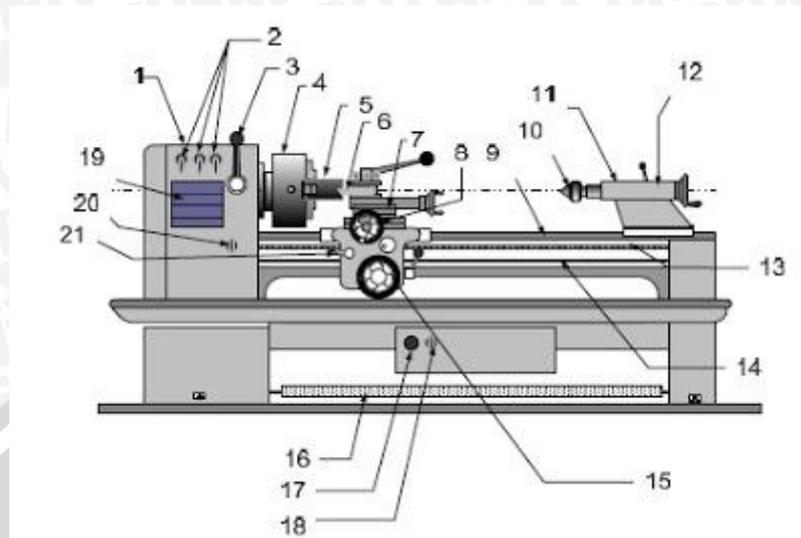
Feed Drive adalah proses pemakanan pahat potong dengan benda kerja.



Gambar 2.2 Line of Power pada Mesin Bubut

Sumber : Laboratorium proses produksi 1, Universitas brawijaya

2.3.1 Bagian – Bagian Mesin Bubut



Gambar 2.3 Bagian – Bagian Mesin Bubut

Sumber: Sinu (2011)

Bagian – bagian pada mesin bubut :

1. *Head stock*
2. Knob pengatur kecepatan putaran
3. Handle pengatur putaran
4. *Chuck*
5. Benda kerja
6. Pahat (*tool*)
7. *Tool post*
8. Eretan lintang
9. *Bed* Mesin
10. *Center Tail Stock*
11. *Tail stock*
12. Pengunci barel
13. *Lead screw*
14. *Feeding shaft*
15. Roda pemutar eretan memanjang
16. Rem mesin
17. *Main switch*
18. *Coolant motor switch*

19. Tabel Mesin
20. Pengatur arah *feeding shaft*
21. *Handle lead screw*

2.3.2 Parameter Mesin Bubut

Parameter proses permesinan mesin bubut adalah sebagai berikut :

1. *Cutting Speed*

Cutting Speed ialah kecepatan potong (mm/min) yang dihitung dari putaran per menit terhadap diameter benda kerjanya, sering juga disebut dengan kecepatan pada permukaan

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \quad (m / menit) \quad (2-1)$$

Keterangan : V : adalah kecepatan potong ,(m/min)

d : diameter rata – rata (mm)

n : kecepatan putar poros utama,(rpm)

2. *Feed rate*

Feed rate adalah kecepatan pemakanan (mm/min)

$$V_f = f \cdot n \quad (2-2)$$

Keterangan : V_f : kecepatan gerak pemakanan (mm/min)

f : gerak makan, (mm/put)

n : putaran benda kerja, (rpm)

3. *Metal Removal Rate*

Metal Removal Rate adalah banyaknya laju pemakanan geram dalam suatu proses pembubutan.

$$Z = A \cdot V_f$$

$$z = a \cdot f \cdot V_f \quad (2-3)$$

Keterangan : z : Kecepatan penghasil geram (mm³/min)

A : Penampang Geram (mm²)

V_f : Kecepatan gerak pemakanan (mm/min)

f : gerak makan, (mm/put)

a : kedalaman Pematangan, (mm)

Untuk harga a (kedalaman pemotongan) dan f (gerak makan) yang tetap maka sudut potong utama (Kr) yang menentukan besarnya dari lebar pemotongan (b) dan tebal geram (h).

$$b = a / \sin kr \quad (2-4)$$

$$h = f \sin kr \quad (2-5)$$

Keterangan : b : Lebar pemotongan (mm)
 h : Tebal Geram (mm)
 a : kedalaman pemotongan (mm)
 f : gerak makan, (mm/put)
 kr : Sudut Potong Utama, ($^{\circ}$)

4. Depth of Cut

Depth of cut ialah Kedalaman Pemotongan (mm)

$$a = \frac{D-d}{2} \quad (2-6)$$

Keterangan :

a = Kedalaman pemotongan
 D = diameter awal pembubutan (mm)
 d = diameter akhir pembubutan (mm)

2.4 Mekanisme Pembentukan Geram

Geram terbentuk karena terjadinya proses pemakanan pada titik antara pahat potong dan benda kerja pada saat proses pembubutan dimulai. Tekanan pahat kepada benda pada saat pembubutan mengakibatkan terjadinya retakan yang menjalar kedepan yang membentuk geram. Pada saat Logam mendapatkan tekanan akan menghasilkan tegangan. Tegangan pada logam tersebut akan menghasilkan tegangan geser (*shearing stress*) yang maksimum. Ketika tegangan geser yang didapat suatu logam lebih besar dibandingkan kekuatan logam maka terjadi deformasi plastis yang akan memutuskan material benda kerja.

2.4.1 Komponen Gaya Pemotongan Pembentukan Geram

Dalam suatu proses permesinan gaya pemotongan merupakan faktor yang sangat berpengaruh terhadap energi yang dihasilkan. Menurut Gunay tahun 2004 Faktor ini dipengaruhi oleh *depth of cut* (kedalaman pemotongan), *Feed rate*, sudut potong, material pahat dan geometri pahat.

Sistem gaya dapat dilihat dari satu bidang, maka gaya total yang dihasilkan dapat dilihat dalam dua komponen gaya yang saling tegak lurus. Dalam hal ini gaya total yang terjadi dapat diketahui dengan tiga cara yaitu :

1 Gaya total (F) yang dilihat terhadap proses deformasi material, dibagi kedalam 2 komponen gaya yaitu :

- F_s = Gaya geser yang menghasilkan deformasi pada material pada bidang geser sehingga melampaui batas elastis.
- F_{sn} = Gaya normal pada bidang geser yang menyebabkan pahat tetap menempel pada benda kerja.

2 Gaya total (F) dicari nilai dan arah besarnya dengan alat ukur gaya, dimana alat tersebut dipasang pada pahat dan mesin perkakas dalam hal ini mesin bubut yang dapat mengukur 2 gaya yaitu :

- F_f = gaya makan, searah dengan kecepatan makan.
- F_v = gaya potong, searah dengan kecepatan potong. Gaya potong ini dapat dihitung dengan rumus empirik yaitu :

$$F_v = K_s \cdot a \cdot f \quad (2-7)$$

Dimana nilai K_s dapat dihitung dengan rumus :

$$K_s : K_{s1.1} \cdot f^2 \cdot C_k \cdot C_\gamma \cdot C_{VB} \cdot C_v \quad (2-8)$$

Keterangan :

F_v : Gaya Potong (N/mm^2)

a : Kedalaman Pemotongan (mm)

K_s : Gaya Potong Spesifik (N/mm^2)

$K_{s1.1}$: Gaya Potong Spesifik Refrensi (N/mm^2)

f : *Feed rate* (mm/rev)

C_k : Faktor Koreksi Terhadap Sudut potong utama

C_γ : Faktor Koreksi Terhadap Pengaruh Sudut Geram

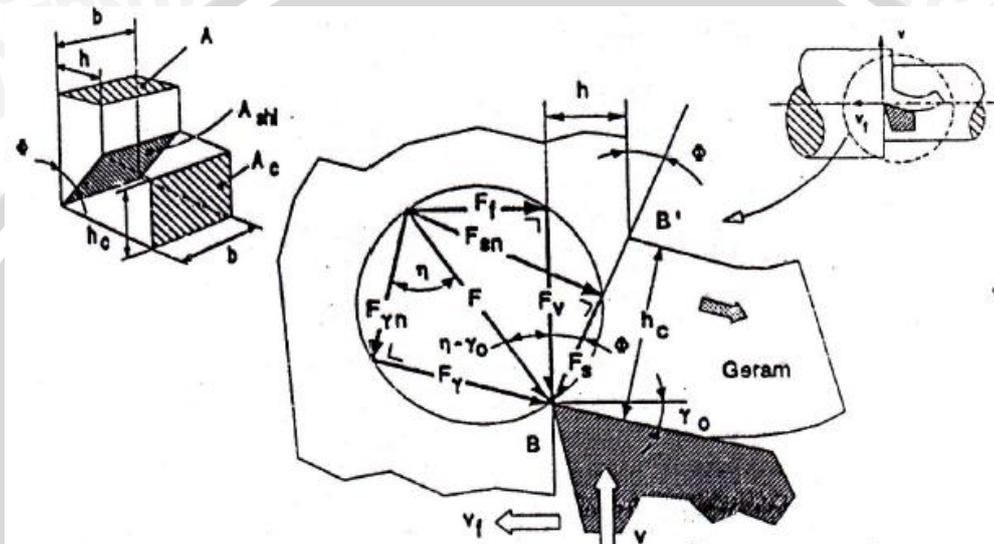
C_{VB} : Faktor Koreksi Terhadap Pengaruh keausan

C_v : Faktor Koreksi Terhadap Kecepatan potong

3 Gaya total (F) yang berasal dari bidang geram dapat dibagi menjadi dua komponen gaya yaitu :

- F_{γ} = Gaya gesek pada bidang geram.
- $F_{\gamma n}$ = Gaya normal pada bidang geram.

Karena berasal dari satu gaya yang sama, maka ketiga gaya tersebut dapat dilukiskan pada suatu lingkaran dengan gaya total (F) sebagai diameternya, lihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 Lingkaran Gaya (*Merchant*)

Sumber : (Taufiq Rochim ; 2001)

Lingkaran gaya tersebut digambarkan pada ujung pahat. Pada saat proses pemotongan berlangsung, gaya potong akan membesar. Daerah dimuka mata pahat akan menderita tegangan geser dengan harga yang bervariasi. Salah satu bidang akan menderita tegangan geser yang terbesar, dan dengan naiknya gaya potong maka tegangan geser pada bidang tersebut (bidang geser) akan melampaui batas elastis sehingga terjadi deformasi plastis yang menyebabkan terbentuknya geram. Jika hal ini terjadi maka gaya potong telah mencapai harga maksimum (tidak mungkin naik lagi). Berdasarkan analisis geometrik dari lingkaran gaya didapatkan rumus dasar gaya potong (F_v) sebagai berikut (Rochim, 2007: 24) :

$$F_v = F \cos (\eta - \gamma_o) \quad (2-9)$$

$$\text{dan } F_s = F \cos (\Phi + \eta - \gamma_o) \quad (2-10)$$

Maka, Persamaan (2-7) disubstitusikan ke dalam persamaan (2-11).

$$F_v = \frac{F_s \cos(\eta - \gamma_0)}{\cos(\phi + \eta - \gamma_0)} \quad (2-12)$$

Gaya geser F_s dapat digantikan dengan penampang bidang geser dan tegangan geser yang terjadi padanya yaitu :

$$F_s = A_{shi} \cdot \tau_{shi} \quad (2-13)$$

Keterangan : τ_{shi} = Tegangan geser pada bidang geser (N/mm^2)

A_{shi} = Penampang bidang geser

$$= A / \sin \Phi \quad (\text{mm}^2)$$

A = Penampang geram sebelum terpotong

$$= b \cdot h \quad (\text{mm}^2)$$

Dengan demikian gaya potong teoritik dapat dirumuskan sebagai berikut

$$F_v = \tau_{shi} \cdot b \cdot h \frac{\cos(\eta - \gamma_0)}{\sin \Phi \cdot \cos(\phi + \eta - \gamma_0)} \quad (2-14)$$

Menurut Taufiq Rochim gaya potong tidak akan melebihi harga maksimum yang tercapai setelah bidang geser terbentuk dengan orientasi sebesar sudut geser (Φ) relatif terhadap kecepatan potong.

Maka rumus untuk mencari sudut geser (Φ) adalah :

$$\Phi = 45^\circ + \frac{\gamma_0}{2} - \frac{\eta}{2} \quad (2-15)$$

Dan besarnya sudut gesek dapat diketahui sebagai berikut :

$$\eta = 90^\circ + \gamma_0 - 2\Phi \quad (2-16)$$

2.5 Defleksi

Defleksi adalah perubahan bentuk pada balok dalam arah sumbu y akibat adanya pembebanan vertikal yang diberikan pada balok atau batang. Adapun hal-hal yang dapat mempengaruhi terjadinya defleksi:

1. Kekakuan batang.
2. Besar kecilnya gaya yang diberikan.

3. Jenis tumpuan yang diberikan.
4. Jenis beban yang terjadi pada batang.

Pada proses bubut benda kerja dicekam pada chuck yang menunjukkan pada proses ini benda mengalami tumpuan jepit dan dikenai gaya oleh pahat, maka benda kerja pada proses bubut juga akan mengalami defleksi. Defleksi yang terjadi pada saat proses bubut tersebut berpengaruh pada kekasaran permukaan yang dihasilkan.

2.6 Pahat Bubut

Pahat Bubut adalah alat utama dalam proses pembubutan. Pahat yang digunakan untuk menyayat benda kerja yang berputar. Pahat bubut harus disesuaikan dengan jenis pekerjaan dan jenis bahan benda kerja yang akan dibubut. Proses bubut berlangsung dengan cara mempertemukan dua jenis material, maka diperlukan material pahat yang lebih unggul dibandingkan material benda kerja. Keunggulan tersebut dapat dicapai karena pahat dibuat dengan memperhatikan berbagai aspek – aspek berikut ini :

- a. Kekerasan yang cukup tinggi melebihi kekerasan benda kerja tidak saja pada temperatur ruang melainkan pada temperatur tinggi pada saat proses pembentukan geram berlangsung.
- b. Keuletan yang cukup besar untuk menahan beban kejut yang terjadi sewaktu pemesinan dengan interupsi maupun sewaktu memotong benda kerja yang mengandung bagian yang keras.
- c. Ketahanan beban kejut termal diperlukan apabila terjadi perubahan temperatur yang cukup besar secara berkala.
- d. Sifat adhesi yang rendah, untuk mengurangi afinitas benda kerja terhadap pahat, mengurangi laju keausan, serta penurunan gaya pemotongan.
- e. Daya larut elemen atau komponen material yang rendah, dibutuhkan demi memperkecil laju keausan akibat mekanisme.

Jenis pahat berdasarkan material pembentuknya dibedakan menjadi :

1. Baja karbon (*High Carbon Steel*)

Baja yang memiliki kandungan karbon cukup tinggi yaitu antara 0,7% - 1,4% dengan unsur lain seperti magnesium, kromium dan unsur lain yang rendah. Baja jenis ini memiliki nilai kekasaran yang cukup tinggi.

2. HSS (*High Speed Steels*)

Pahat *High Speed Steels* merupakan Jenis pahat yang mengandung beberapa macam unsur paduan seperti kromium (Cr), molybdenum (Mo), vanadium (V)

dan tungsten (W) yang dihasilkan melalui proses penuangan yang kemudian dilakukan proses penempaan untuk menghasilkan pahat *HSS*. Pahat jenis ini dapat digunakan untuk kecepatan potong yang tinggi.

3. Paduan cor *nonferro* (*Cast Nonferrous Alloys*)

Paduan cor *nonferro* adalah pahat yang dihasilkan dari proses penuangan yang memiliki unsur utama yaitu *Cobalt* (CO), *Krom* (Cr). *Wolfram* (W) dan *Carbon* (C).

4. Karbida (*Cemented Carbides*)

Pahat Karbida merupakan bahan pahat yang dihasilkan dengan cara menyinter serbuk karbida dengan bahan pengikat yang umumnya dari *Cobalt* (Co). Pahat ini dibuat dengan cara *Carburizing* masing-masing bahan dasar seperti *Wolfram* (W), *Titanium* (Ti), *Tantalum* (Ta). Semakin besar presentase pengikat maka kekerasan pahat ini menurun dan sebaliknya keuletannya membaik.

5. CBN (*Cubic Boron Nitrides*)

Pahat CBN Dibuat dengan penekanan panas sehingga menghasilkan grafit putih dengan struktur atom kubik, kemudian dilakukan proses penyintenan dengan material pengikat yaitu *Cobalt* (Co).

6. Keramik (*Ceramics*)

Keramik adalah material yang bukan merupakan logam dan material organik. Keramik mempunyai ikatan atom yang berbeda dibandingkan logam, karet, dan plastik.

7. Intan (*Sintered Diamonds*)

Intan berasal dari proses sintet serbuk intan dengan pengikat *cobalt*. Kekerasan pahat ini sangat tinggi sehingga cocok untuk *ultra high precision* dan *finish cutting* bagi benda kerja *nonferro* (*Al Alloys, Cu Alloys, plastics, Rubber*).

2.7 Sistem Pemotongan

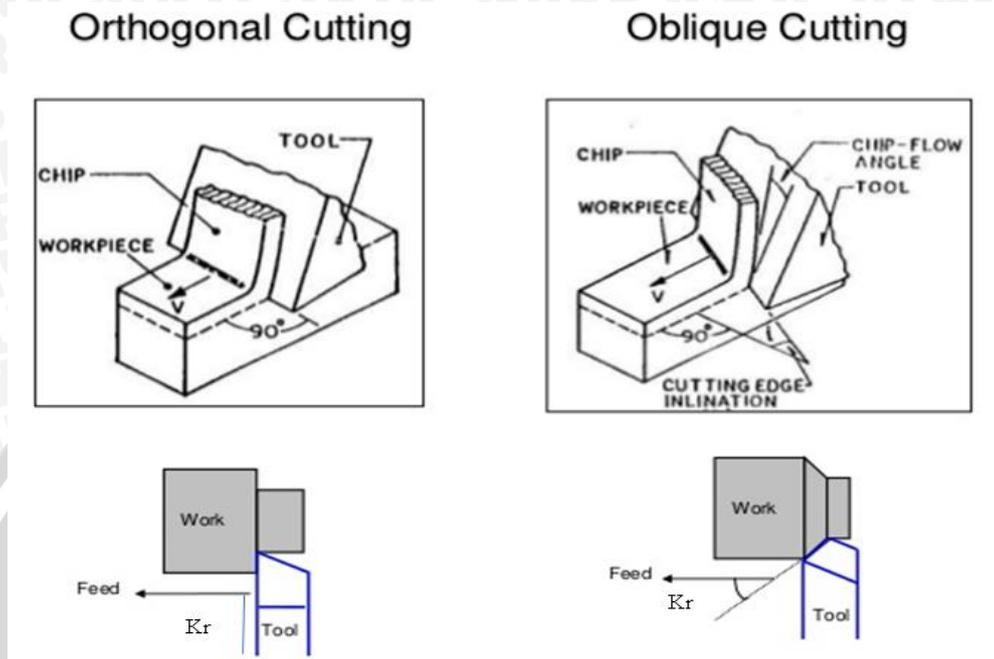
Menurut Boothroyd (1985: 76) Sistem pemotongan dapat dibagi menjadi 2 jenis yaitu :

1. Sistem Pemotongan Tegak (*Orthogonal Cutting*)

Sistem pemotongan tegak terjadi apabila pahat potong memiliki sudut potong utama (K_r) = 90° .

2. Sistem Pemotongan Miring (*Oblique Cutting*)

Sistem pemotongan miring terjadi pahat potong memiliki sudut potong utama (K_r) $< 90^\circ$. Seperti yang terlihat pada gambar 2.5 berikut.

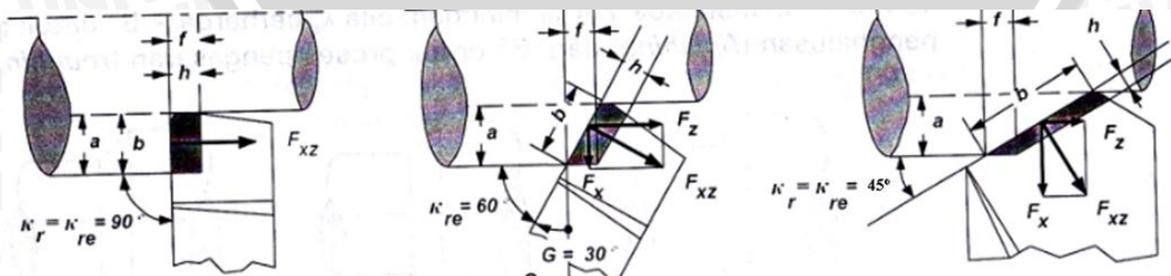


Gambar 2.5 Sistem Pemotongan tegak dan sistem Pemotongan miring

Sumber : Vikrat Sharma, 2010

Sudut potong utama mempunyai peranan antara lain :

1. Menentukan Lebar dan tebal geram sebelum terpotong (b dan h).
2. Menentukan Panjang mata potong pahat yang aktif atau panjang kontak antara geram dan bidang pahat
3. Menentukan gaya radial F_x yang terjadi.

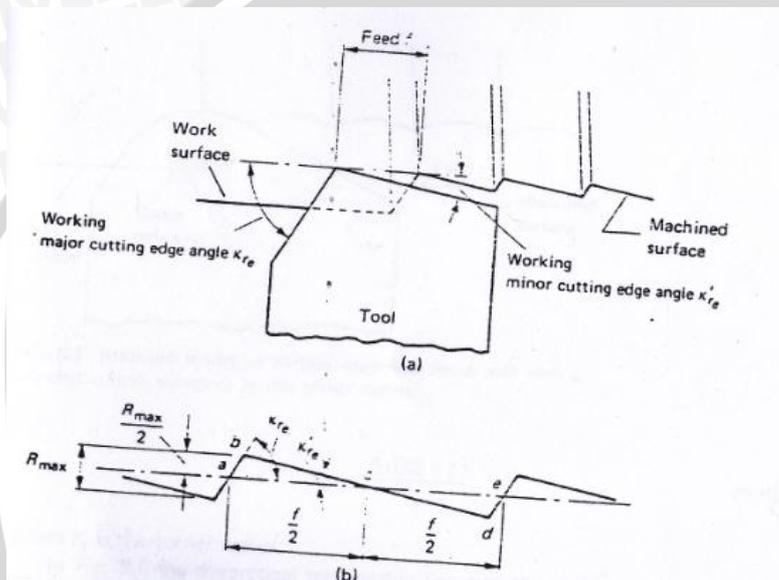


Gambar 2.6 Proses pembubutan

Sumber : Taufiq rochim (2006)

Untuk kedalaman pemotongan a dan gerak makan f yang tetap, pemakaian sudut potong utama yang kecil akan menaikkan gaya radial F_x , terlihat pada gambar 2.6 Gaya radial yang besar akan menghasilkan lenturan yang besar ataupun getaran sehingga menurunkan ketelitian geometri produk dan hasil pemotongan terlalu kasar

Selain sudut potong utama yang mempengaruhi permukaan benda kerja yang telah terpotong juga dipengaruhi oleh sudut potong bantu k'_r . Pada prinsipnya sudut potong bantu dapat dipilih sekecil mungkin karena selain memperkuat ujung pahat, kehalusan produk dapat dipertinggi/



Gambar 2.7 Model ideal dari kekasaran permukaan untuk alat pemotong dengan sudut tajam. (a) Permukaan diproduksi. (b) Bagian melalui permukaan penyimpanan.

Sumber : Boothroyd (1985)

Dari geometri pahat didapat

$$Ra = \frac{f}{4(\cot kr + \cot k'r)} \quad (2-17)$$

Keterangan : Kr = Sudut potong utama

$K'r$ = Sudut potong bantu

f = Feed rate (mm.rev)

2.8 Baja

Baja adalah logam paduan, logam besi sebagai unsur dasar dengan beberapa elemen lainnya, termasuk karbon. Kandungan unsur karbon dalam baja berkisar antara 0.2% hingga 1,4% berat sesuai *grade*-nya. Elemen berikut ini selalu ada dalam baja: karbon, mangan, fosfor, sulfur, silikon, dan sebagian kecil oksigen, nitrogen dan aluminium. Selain itu, ada elemen lain yang ditambahkan untuk membedakan karakteristik antara beberapa jenis baja. Fungsi karbon dalam baja adalah sebagai unsur penguat dengan mencegah dislokasi bergeser pada kisi kristal atom besi. Jenis - jenis baja dapat dibagi menjadi 2 yaitu

A. Baja Karbon (*carbon steel*) dibedakan berdasarkan kandungan karbon yang dimilikinya. Semakin tinggi kadar karbon yang dikandung maka baja tersebut memiliki kekuatan yang semakin tinggi, baja karbon dibedakan menjadi 3 yaitu :

- Baja karbon rendah mengandung karbon (C) < 0,30% .
- Baja karbon menengah mengandung karbon (C) 0,30% - 0,70% .
- Baja karbon tinggi mengandung karbon (C) 0,70% - 1,4%.

B. Baja Paduan (*Alloy steel*)

Baja paduan adalah jenis baja yang padukan untuk meningkatkan fungsinya seperti untuk menaikkan kekerasan, kekuatan tarik atau untuk meningkatkan ketahanan terhadap reaksi kimia, serta menaikkan sifat – sifat lainnya sesuai kebutuhan. Baja paduan dibedakan berdasarkan kadar paduan yang terkandung didalamnya yang dibagi menjadi :

1. Baja paduan rendah, Baja jenis ini memiliki elemen paduan sebesar $\leq 2,5$ %
2. Baja paduan sedang, Baja jenis ini memiliki elemen paduan sebesar 2,5 – 10 %
3. Baja paduan tinggi, Baja jenis ini memiliki elemen paduan sebesar > 10 %

2.8.1 Kodifikasi Baja

Baja AISI adalah salah satu jenis baja yang menggunakan standar penomoran yang sama dengan SAE (*Society of Automotive Engineers*). SAE menetapkan standard baja yaitu *SAE steel grades* yang terdiri dari empat digit yang menjelaskan komposisi kimia yang terkandung pada baja tersebut. Angka pertama menandakan bahan utama yang terkandung pada material sedangkan Angka kedua menandakan *secondary element*. Dua angka terakhir adalah persentase kandungan karbon.

Pada Baja AISI 1045, mengartikan angka pertama yaitu 1 adalah baja karbon (carbon steel), seperti yang terlihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Kodifikasi Baja

AISI/SAE	Tipe
1XXX	<i>Carbon steels</i>
2XXX	<i>Nickel steels</i>
3XXX	<i>Nickel-chromium steels</i>
4XXX	<i>Molybdenum steels</i>
5XXX	<i>Chromium steels</i>
6XXX	<i>Chromium-vanadium steels</i>
7XXX	<i>Tungsten steels</i>
8XXX	<i>Nickel-chromium-vanadium steels</i>
9XXX	<i>Silicon-manganese steels</i>

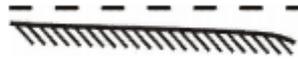
Sumber : B.M Amstead;1993.

angka kedua 0 untuk menunjukkan *plain* (tidak ditambahkan sulfur dan phospor). Dua angka terakhir yaitu 45 adalah kandungan karbon sebesar 0,45 %.

2.9 Kekasaran Permukaan

Setiap material yang telah mengalami proses permesinan akan mengalami kekasaran permukaan, hal ini merupakan akibat dari penyimpangan yang terjadi pada saat proses permesinan yang bisa diakibatkan oleh beberapa faktor, seperti pahat potong, proses permesinan, material benda kerja, sistem pemotongan hingga parameter yang terdapat dalam mesin bubut. Menurut ISO 1302 – 1978 yang dimaksud dengan kekasaran permukaan adalah penyimpangan rata – rata aritmatik dari garis rata – rata profil. Definisi ini digunakan untuk menentukan harga dari rata – rata kekasaran permukaan. Terdapat 4 tingkat dalam penyimpangan kekasaran yang terjadi, yaitu :

1. Tingkat pertama menunjukkan adanya kesalahan bentuk. Kesalahan bentuk ini bisa disebabkan oleh cekam benda kerja yang tidak kuat dan posisi benda kerja yang tidak tepat ditengah, yang ditunjukkan gambar 2.8.



Gambar 2.8 Kesalahan Bentuk permukaan

Sumber : Taufik rochim, 2006

2. Pada tingkat kedua permukaan yang berbentuk gelombang yang dapat disebabkan oleh posisi benda kerja yang tidak senter atau terdapat getaran pada saat proses pemakanan, seperti pada gambar 2.9.



Gambar 2.9 Permukaan bergelombang

Sumber : Taufik rochim, 2006

3. Permukaan yang berbentuk alur yang disebabkan oleh gerak yang kurang tepat dan juga bentuk pahat potong yang salah, seperti pada gambar 2.10.



Gambar 2.10 Permukaan berbentuk alur

Sumber : Taufik rochim, 2006

4. Profil permukaan yang berbentuk serpihan yang dapat disebabkan oleh adanya geram yang mengganggu proses pemakanan, seperti pada gambar 2.11.



Gambar 2.11 Permukaan berbentuk serpihan

Sumber : Taufik rochim, 2006

2.9.1 Parameter Kekasaran Permukaan

Untuk menentukan suatu profil permukaan, maka sensor dari alat ukur harus digerakkan mengikuti lintasan yang berupa garis lurus dengan jarak yang telah ditentukan terlebih dahulu. Panjang lintasan disebut panjang pengukuran dimana dilakukan analisa

dari profil permukaan disebut panjang sampel (l). Untuk satu panjang pengukuran terdiri dari beberapa panjang sampel dan secara otomatis *roughness tester* akan merata-ratakan hasilnya. Beberapa istilah profil yang harus diketahui (Rochim;2001) :

1. Profil geometri ideal

Merupakan profil dari permukaan geometris ideal dapat berbentuk garis lurus, lingkaran ataupun garis lengkung.

2. Profil terukur

Profil dari permukaan terukur.

3. Profil referensi

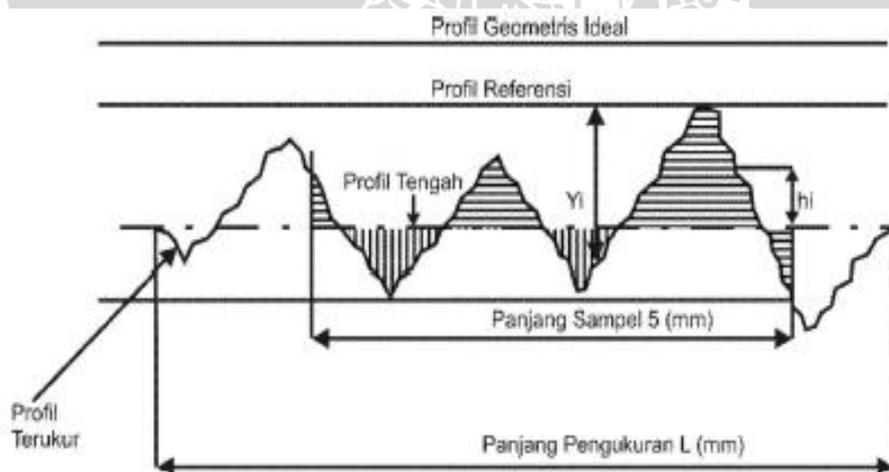
Profil referensi digunakan untuk menganalisa ketidakteraturan dari konfigurasi permukaan. Profil ini berupa garis lurus dengan bentuk yang sesuai dengan ideal dimana posisinya menyinggung puncak tertinggi dari profil terukur dalam suatu panjang sampel.

4. Profil dasar

Profil referensi digeserkan kebawah sehingga menyinggung titik terendah dari profil terukur.

5. Profil tengah

Profil referensi digeserkan kebawah, sehingga luasan daerah di atas profil tengah sampai ke profil terukur sama dengan luasan dari daerah dibawah profil tengah sampai ke profil terukur.



Gambar 2.12 Profil permukaan

Sumber : (Rochim;2001)

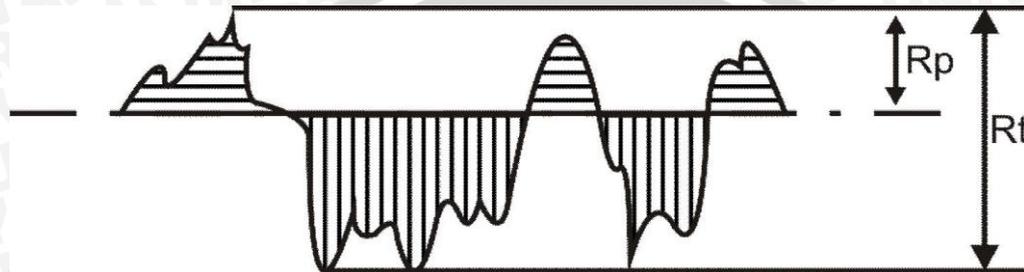
Parameter – parameter yang terdapat dalam perhitungan kekasaran permukaan adalah :

1. Kedalaman Total (*Peak to Valley*), R_t (μm)

Kedalaman total dilihat dari besarnya jarak dari profil referensi sampai dengan profil dasar, yang ditunjukkan pada gambar 2.13.

2. Kedalaman Perataan (*Peak to Mean Line*), R_p (μm)

Kedalaman Perataan adalah Jarak rata-rata dari profil tengah sampai dengan profil terukur, yang ditunjukkan pada gambar 2.13.

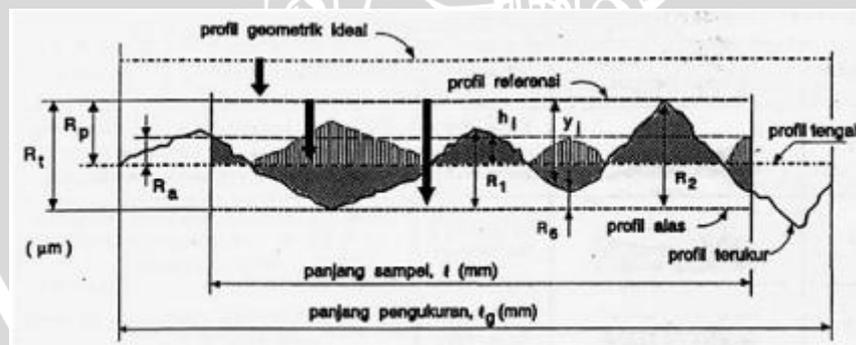


Gambar 2.13 Kedalaman total dan kedalaman perataan

Sumber : Taufiq rochim, 2006

3. Kekasaran Rata-rata Aritmetik (*Mean Roughness Index*), R_a (μm)

Kekasaran Rata-rata Aritmetik adalah harga rata-rata aritmetik bagi harga absolutnya yang diukur dari jarak antara profil terukur dengan profil tengah. Seperti pada gambar 2.14.



Gambar 2.14 Parameter Kekasaran Permukaan

Sumber : Taufiq rochim, 2006

$$R_a = \frac{1}{l} \int_0^l h_i^2 dx \quad (2-18)$$

Keterangan : R_a = Kekasaran rata – rata aritmatik (μm)

l = Panjang Sampel (mm)

h_i = Jarak profil tengah dengan profil terukur (μm)

4. Kekasaran Rata-rata Kuadrat (*Root Mean Square Height*), R_g (μm)

Kekasaran Rata-rata Kuadrat Akar bagi jarak kuadrat rata-rata antara profil terukur dengan profil tengah.

$$R_g = \sqrt{\frac{1}{l} \int_0^l h_i^2 dx} \quad (2-19)$$

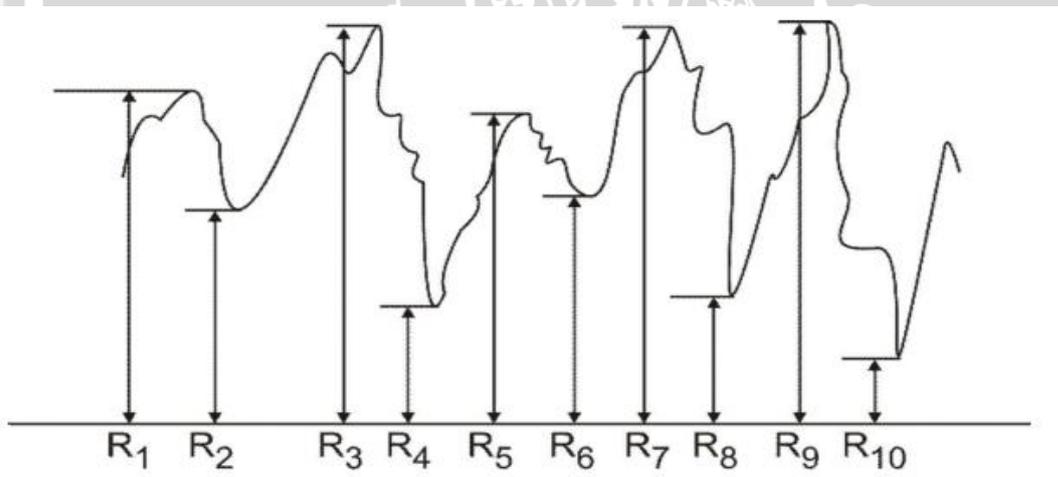
Keterangan : R_g = Kekasaran rata – rata kuadratik (μm)

l = Panjang Sampel (mm)

h_i = Jarak profil tengah dengan profil terukur (μm)

5. Kekasaran Total Rata-rata, R_z (μm)

Jarak antara profil alas ke profil terukur (misalnya 10 daerah) pada 5 daerah puncak tertinggi dikurangi 5 daerah lembah terendah. Seperti Pada Gambar 2.15 dibawah ini.



Gambar 2.15 Kekasaran rata – rata dari puncak ke lembah

Sumber : Taufiq rochim, 2006

Kemudian nilai R_z dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$R_z = \frac{1}{5} (R_1 + R_3 + R_5 + R_7 + R_9) - \frac{1}{5} (R_2 + R_4 + R_6 + R_8 + R_{10}) \quad (2-20)$$

Pada proses pemesinan kualitas kekasaran permukaan yang paling umum adalah harga kekasaran rata-rata aritmatik (R_a) sebagai standar kualitas permukaan dari hasil pemotongan maksimum yang diinginkan yang memiliki toleransi seperti pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Toleransi harga (Ra)

Kelas Kekasaran	Harga Ra (μm)	Toleransi	Panjang Sampel (μm)
N1	0,0025	0,02 - 0,04	0,08
N2	0,05	0,04 - 0,08	
N3	0	0,08 - 0,15	0,25
N4	0,2	0,15 - 0,3	
N5	0,4	0,3 - 0,6	
N6	0,8	0,6 - 1,2	0,8
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	18,75 - 37,5	
N12	50	37,5 - 75	8

Sumber : (Taufiq Rochim;1993)

2.9.2 Pengukuran Kekasaran Permukaan

Kekasaran permukaan jika dilihat dari proses pengukurannya, maka cara pengukuran permukaan dapat dibedakan menjadi dua yaitu:

A. Pengukuran Kekasaran Permukaan Secara Tidak Langsung

Dalam pengukuran kekasaran permukaan secara tidak langsung atau membandingkan ini ada beberapa cara yang bisa dilakukan, antara lain yaitu dengan meraba, melihat, menggaruk, mikroskop dan dengan potografi permukaan

Pengambilan nilai kekasaran permukaan secara tidak langsung dapat dilakukan dengan cara meraba permukaan benda uji dengan jari, kemudian meraba alat ukur pembanding. Jika dirasa ada lempengan alat ukur pembanding yang sama maka dapat diasumsikan bahwa nilai kekasaran permukaan benda uji sama dengan lempengan alat ukur yang memiliki tingkat kehalusan yang sama. Namun cara ini hanya dapat membandingkan dan pengambilan keputusan antara satu individu dengan individu yang lain dapat berbeda.

B. Pengukuran Kekasaran Permukaan Secara Langsung

Pengukuran kekasaran Permukaan secara langsung adalah dengan menggunakan peralatan yang dilengkapi *stylus*. *Stylus* adalah alat peraba yang bertugas seperti jari

manusia saat meraba. Bila *stylus* bergeser maka setiap perubahan yang dialami oleh *stylus* karena permukaan yang tidak halus akan nampak pada kertas grafik dari peralatan ukurnya karena perubahan ini terekam secara otomatis. Untuk pengukuran secara langsung dalam penelitian ini digunakan alat *surface roughness tester* Mitutoyo.



Gambar 2.16 *Surface Roughness tester* Mitutoyo SJ 301

Sumber : *Instruction manual Surface roughness Tester* mitutoyo SJ 301

2.10 Hipotesis

Berdasarkan tinjauan pustaka maka dapat ditarik hipotesis bahwa *depth of cut* yang Semakin kecil akan membuat gaya potong lebih kecil hal ini dikarenakan dengan *depth of cut* semakin kecil maka penampang geram yang akan dihasilkan semakin kecil . sesuai dengan rumus $z = a \cdot f \cdot V_f$, Dimana semakin tinggi a (kedalaman pemotongan) akan meningkatkan laju penghasil geram (Z). Sehingga beban yang digunakan dalam proses pembubutan lebih kecil dan akan menghasilkan spesimen yang memiliki kekasaran permukaan yang lebih halus. Sedangkan untuk sistem pemotongan dengan semakin tinggi sudut potong utama (k_r) akan memiliki tingkat kekasaran permukaan yang lebih rendah, hal ini dikarenakan semakin tinggi sudut potong utama maka besarnya kontak yang terbentuk antara pahat dan benda kerja semakin kecil.