

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Proses bubut (turning) merupakan proses produksi yang melibatkan berbagai macam mesin yang pada prinsipnya adalah pengurangan diameter dari benda kerja. Jenis mesin ini bermacam-macam dan merupakan mesin perkakas yang paling banyak digunakan di dunia serta paling banyak menghasilkan berbagai bentuk komponen-komponen sesuai peralatan. Pada mesin ini, gerakan potong dilakukan oleh benda kerja dimana benda ini dijepit dan diputar oleh spindel sedangkan gerak makan dilakukan oleh pahat dengan gerakan lurus proses. pengerjaan pada mesin bubut secara umum dikelompokkan menjadi dua yaitu proses pemotongan kasar dan pemotongan halus atau semi halus (Yuliarman, 2008)

Mesin bubut (Lathe machine) adalah suatu mesin perkakas yang digunakan untuk memotong benda yang diputar. Gerak utama pada mesin bubut yaitu gerakan yang berputar. Bubut sendiri merupakan suatu proses pemakanan benda kerja yang sayatannya dilakukan dengan cara memutar benda kerja kemudian dikenakan pada pahat yang digerakkan secara translasi sejajar dengan sumbu putar dari benda kerja (Rochim, 1993)

Pada proses pembubutan menghasilkan panas yang tinggi pada pahat dan benda kerja yang diakibatkan oleh gesekan antara pahatbubut dan benda kerja.

Panas ini dianggap merugikan proses permesinan karena dapat menyebabkan pahat cepat menjadi aus, sehingga efisiensi proses permesinan menurun dan meningkatkan biaya produksi. Untuk mengurangi gesekan pada kedua pahat dan benda kerja maka diperlukannya proses pendinginan. Proses pendinginan ini terbagi menjadi beberapa tipe yaitu wet machining, dry machining, air cooling, dan pelumas dalam jumlah yang kecil (Sreejith & ngoi, 2000)

Pada umumnya mesin bubut konvensional mengaplikasikan wet machining yang menggunakan cairan pendingin baik berupa air, oli, akan tetapi penggunaan cairan pendingin ini mengakibatkan benda kerja terkorosi dan kotor (Haron, 2001)

Stainless steel merupakan jenis material yang banyak dipergunakan dalam kehidupan sehari-hari. Penggunaan ini termasuk untuk produk-produk yang menuntut kehygienisannya seperti pada peralatan makan, kedokteran dan pengolahan air. Untuk beberapa produk di atas, selain aspek kehygienisannya, juga dituntut untuk memiliki kepresisian produk dalam hal ini dari aspek kekasaran permukaannya. Kekasaran permukaan dapat memicu terjadi akumulasi ion klorida yang dapat menghancurkan lapisan tipis pasif sehingga mudah terkorosi. Peralatan yang sudah terkorosi tidak dapat lagi dipergunakan lagi karena tidak higienis lagi. Untuk mencapai kekasaran permukaan yang diprasyartkan tersebut, maka proses pemesinan merupakan pilihan yang tepat. Sedangkan seperti diketahui, Stainless Steel merupakan material teknik yang memiliki mampu mesin yang rendah disebabkan oleh karena memiliki kekuatan yang tinggi, konduktivitas termal yang rendah, ulet, dan cenderung mengalami pengerasan kerja (work hardening).

Mampu mesin (Machinability) adalah sifat yang dimiliki oleh sebuah material yang menunjukkan kemampuannya untuk diproses dengan mempergunakan proses pemesinan sehingga dihasilkan produk yang memiliki kualitas yang baik. Adapun kombinasi material dan jenis proses pemesinan yang dipilih dapat memberi mampu mesin yang baik apabila dapat memenuhi kriteria umur pahat yang lebih lama, gaya pemotongan yang rendah dan kekasaran permukaan yang lebih halus. Untuk dapat memenuhi kriteria tersebut, maka faktor-faktor yang berpengaruh adalah, parameter pemotongan, jenis cairan pendingin yang dipergunakan dan jenis mesin perkakas yang dipilih. Parameter pemotongan dan jenis mesin perkakas yang dipilih dibatasi oleh spesifikasi pahat yang dipergunakan dan bentuk geometri produk yang akan dihasilkan. Sedangkan jenis cairan pendingin yang dipergunakan lebih memiliki kebebasan dalam pemilihannya. Parameter pemotongan dan jenis mesin perkakas yang dipilih dibatasi oleh spesifikasi pahat yang dipergunakan dan bentuk geometri, yang akan dihasilkan. Sedangkan jenis cairan pendingin yang dipergunakan lebih memiliki kebebasan dalam pemilihannya. Dengan mempertimbangkan alasan kehygienisan produk dan mampu mesin yang rendah dari Stainless Steel, maka pemilihan kombinasi komponen-komponen dari proses pemesinan harus dilakukan dengan tepat sehingga produk tetap higienis dan mampu mesin dapat ditingkatkan. Dengan mempergunakan komponen-komponen yang umum pada proses pemesinan mampu mesin dari material jenis ini akan dapat ditingkatkan. Mekanika proses pemotongan logam membutuhkan parameter yang melibatkan kondisi pemotongan dan geometri serta kemampuan pahat potong. Semakin besar

kecepatan potong semakin besar pula konsumsi tenaga mesinnya. Besarnya penampang geram dalam proses pemotongan tergantung kepada laju suapan (laju pemakanan) (mm/put) atau dalam/tebalnya kedalaman potong (mm). Dalam proses pemesinan, untuk mencapai kondisi pemotongan yang optimal dan stabil sangat perlu diperhatikan adanya kombinasi besaran kecepatan potong, Laju Putaran dari alat penggerak seperti motor listrik sehingga poros dituntut halus agar keausan dapat dikurangi. Maka harus dapat dibuat produk yang mempunyai tingkat kekasaran yang sesuai kriteria. Untuk mengetahui jenis kekasaran permukaan pada suatu benda kerja atau hasil produksi dengan proses pemesinan dapat digunakan suatu alat ukur kekasaran permukaan (surface roughness). Kualitas suatu kekasaran permukaan dipengaruhi oleh elemen dasar pemotongan proses pemesinan pada mesin diantaranya kecepatan potong, kedalaman potong, feeding, radius pahat potong, jenis pahat potong, kondisi mesin, media pendingin, gerak makan jenis material dan lain-lain. (Boenasir, 1994) . Dalam pengoptimalan kondisi pemesinan, diperlukan suatu algoritma yaitu urutan langkah logik yang menggunakan suatu model matematik untuk menghitung harga paling baik atau optimum.

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh data hasil dari proses pembubutan yaitu suatu proses pemakanan Stainless Steel dengan menggunakan mesin bubut dan menggunakan cairan pendingin . Dimana dalam pelaksanaannya akan membuat spesimen uji kekerasan permukaan dengan material Stainless Steel yg pada umum nya digunakan pada industri.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dapat di rumuskan permasalahan dalam penelitian ini adalah Bagaimana pengaruh cairan pendingin, dengan kecepatan potong dan kedalaman pemakanan pada material Stainless Steel terhadap kekasaran permukaan dengan menggunakan mesin bubut?

1.3. Batasan Masalah

Untuk mencapai tujuan yang di inginkan dan menghindari meluasnya permasalahan yang ada, maka dalam penelitian ini akan diberikan batasan masalah sebagai berikut:

1. Dalam penelitian ini hanya sebatas membahas perlakuan secara teknis, tidak sampai pada reaksi kimia yang terjadi pada cairan pendingin.
2. Pada penelitian ini hanya menganalisa kekasaran permukaan dengan variasi pendingin pada saat proses pembubutan.

1.4. Tujuan

Untuk mengetahui seberapa besar nilai kekasaran permukaan pada material Stainless Steel terhadap pengaruh media pendingin antara variasi kecepatan potong dan kedalaman pemakanan dengan mesin bubut.

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

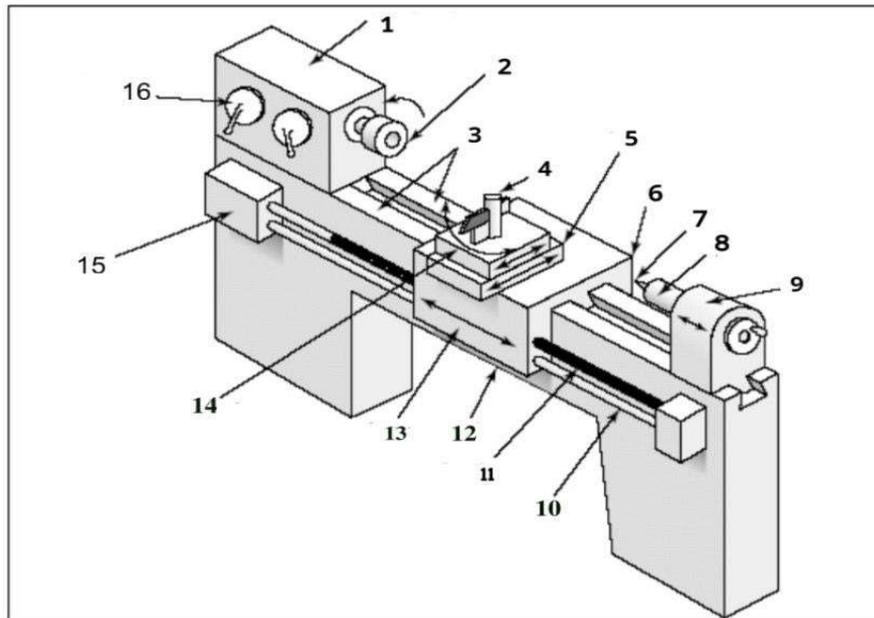
- a) Bagi Peneliti: Penelitian ini memberikan manfaat bagi peneliti bagaimana cara mengetahui hasil nilai kekasaran dari masing-masing jenis pendinginan terhadap Stainless Steel.
- b) Bagi Universitas: Hasil penelitian ini dapat dijadikan referensi tambahan bagi seluruh civitas akademik Program Studi Teknik Mesin.
- c) Bagi Perusahaan: Penelitian ini tentang pengaruh variasi jenis pendingin pada Stainless Steel sehingga penelitian ini dapat dijadikan bahan pertimbangan atas pengaplikasian kualitas kekasaran yang terbaik untuk penggunaan material Stainless Steel.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Mesin Bubut

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



Gambar 2.1 Mesin Bubut

Keterangan :

- | | |
|--------------------|----------------------------|
| 1. Headstock | 9. Tailstock |
| 2. Spindle | 10. Feed rod |
| 3. Ways | 11. Lead Screw |
| 4. Toolpost | 12. Bed |
| 5. Cross slide | 13. Apron |
| 6. Carriage | 14. Compound rest |
| 7. Cente | 15. Gearbox |
| 8. Tailstock quill | 16. Spindle speed selector |

a. Bagian-Bagian Mesin Bubut

Untuk dapat digunakan secara maksimal, mesin bubut standar harus memiliki bagian-bagian utama yang standar. Bagian-bagian mesin bubut standar diantaranya:

1. Spindel: bagian yang berputar (terpasang pada headstock) untuk memutar chuck (pencekam benda kerja).
2. Headstock: bagian dimana transmisi penggerak benda.
3. Tailstock: bagian yang berfungsi untuk mengatur center atau pusat atau titik tengah yang dapat diatur untuk proses bubut parallel maupun taper.
4. Carriage (sadel): bagian ini berfungsi menghantarkan cutting tool (yang terpasang pada tool post) bergerak sepanjang meja bubut saat operasi pembubutan berlangsung.

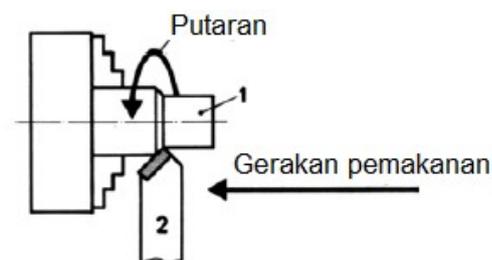
5. Bed: meja dimana headstock, tailstock, dan bagian lainnya terpasang kuat dimeja ini

2.2 Macam-Macam Teknik Pembubutan (Turning)

Pada proses pembubutan ada beberapa macam teknik yang dapat diterapkan. Masing-masing teknik tersebut memiliki tujuan/maksud tersendiri. Selain itu, perbedaan teknik pembubutan juga memengaruhi geometri hasil pengerjaan. Berikut macam-macam teknologi pembubutan.

a. Pembubutan Silindris

Pembubutan silindris merupakan proses penyayatan di mana gerakan pahat bubut sejajar dengan sumbu benda kerja. Metode pembubutan ini digunakan untuk membuat bentuk dengan diameter seragam (seperti poros lurus).

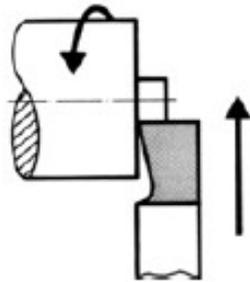


Gambar 2.2 Pembubutan Silindris

b. Pembubutan Muka (Facing)

Pembubutan muka merupakan proses penyayatan dimana gerakan pahat bubut tegak lurus dengan sumbu putar benda kerja (radial). Metode pembubutan

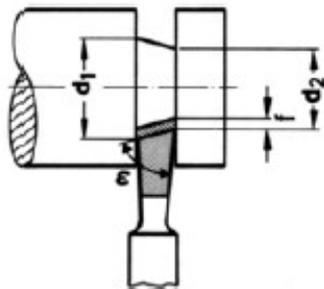
muka digunakan untuk menyayat permukaan ujung benda kerja serta mengurangi panjang benda kerja. Ketika melakukan pembubutan kasar (roughing) gerakan pahat dari luar ke dalam lebih disukai. Sebaliknya ketika melakukan finishing gerakan pahat dari dalam ke luar lebih cocok diterapkan.



Gambar 2.3 Pembubutan Muka (Facing)

c. Cutting Off

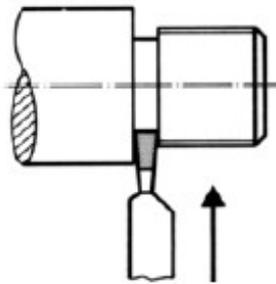
Cutting off merupakan pemotongan benda kerja dengan pahat bubut. Pada proses cutting off, pahat bubut yang digunakan memiliki ujung potong yang miring menuju sumbu benda kerja. Oleh karena itu pahat bubut ini memiliki sudut kurang dari 90° . Dengan bentuk ujung potong yang miring, akan diperoleh permukaan pemotongan tanpa sisa (permukaan yang rata) pada ujung benda kerja.



Gambar 2.4 Cutting Off

d. Recessin

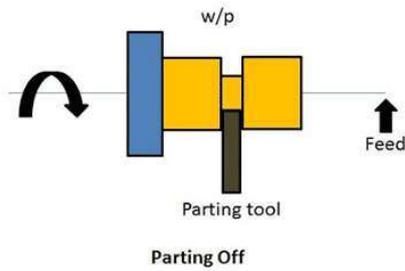
Recessing merupakan penyayatan pada benda kerja yang bertujuan untuk membentuk sebuah alur. Ujung potong pahat yang digunakan biasanya sejajar dengan sumbu benda kerja (sudut pahat 90°). Recessing mirip dengan cutting off. Perbedaan keduanya hanya terletak pada bentuk atau sudut pahat saja. Recessing biasanya digunakan untuk membuat alur pemisah antara bentuk pembubutan silindris dan ulir.



Gambar 2.5 Recessin

e. Parting

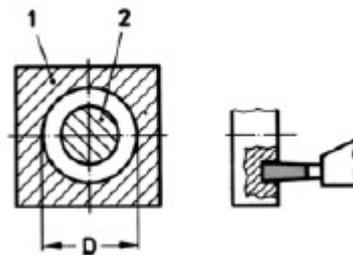
Parting merupakan pembubutan di mana pahat bubut bergerak sejajar maupun tegak lurus terhadap sumbu benda kerja. Sesuai dengan namanya, parting digunakan untuk memotong/memisahkan benda kerja. Beberapa juga mengenal parting sama dengan cutting off.



Gambar 2 6 Parting

f. Biting

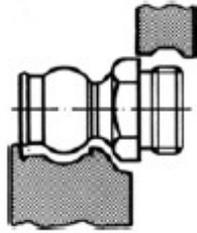
Biting merupakan pembubutan ujung atau muka, di mana arah pemakanan ujung pahat sejajar dengan sumbu benda kerja. Metode biting biasanya digunakan untuk membuat alur atau lubang besar pada permukaan ujung benda kerja.



Gambar 2.7 Biting

g. Pembubutan Bentuk (Form Turning)

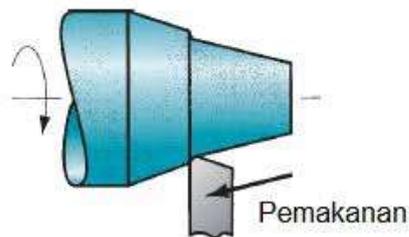
Pada pembubutan bentuk, ujung potong pahat bubut berukuran besar membentuk kontur pada benda kerja. Teknologi pembubutan bentuk seperti recessing namun perbedaannya terdapat pada bentuk pahat yang unik pada pembubutan bentuk. Bentuk pahat yang unik ini dapat disebut dengan istilah pahat bubut bentuk.



Gambar 2.8 Pembubutan Bentuk (Form Turning)

h. Pembubutan Tirus

Pembubutan tirus merupakan penyayatan silindris yang menghasilkan perbedaan diameter secara konstan. Metode pembubutan tirus digunakan untuk membuat poros tirus/konis.



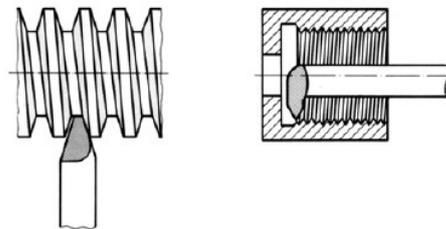
Gambar 2.9 Pembubutan Tirus

i. Pembubutan Copy

Pembubutan copy merupakan penyayatan yang menghasilkan bentuk benda kerja sesuai dengan geometri benda replika yang telah ada. Replika tersebut ditransmisikan dengan eretan melintang dan eretan memanjang.

j. Pembubutan Ulir

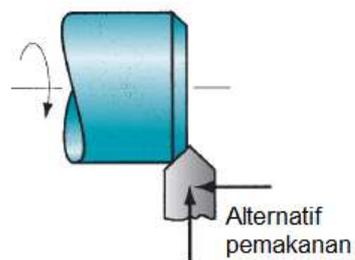
Pembubutan ulir merupakan penyayatan yang menghasilkan bentuk ulir. Pembubutan ulir terdiri dari pembubutan ulir luar dan ulir dalam. Pembubutan ulir tergolong dalam pembubutan silindris di mana pemakanannya sama dengan pola kisar ulir dari ulir yang akan dibuat.



Gambar 2.10 Pembubutan Ulir

k. Chamfering

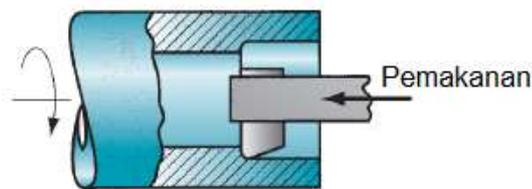
Chamfering merupakan pembubutan pada sudut benda kerja menggunakan ujung pahat. Hasil dari chamfering dikenal dengan istilah chamfer.



Gambar 2.11 Chamfering

l. Boring

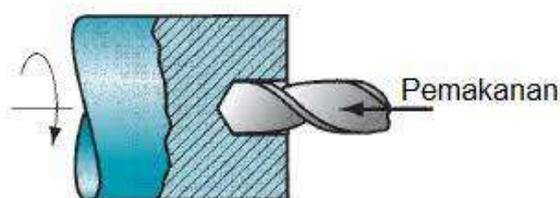
Boring merupakan pembubutan dengan gerakan pemakanan sejajar dengan sumbu benda kerja. Menurut arah pemakanan boring mirip dengan pembubutan silindris. Namun perbedaannya adalah boring dilakukan pada bagian dalam benda kerja. Boring bertujuan untuk memperbesar diameter lubang pada benda kerja.



Gambar 2.12 Boring

m. Pengeboran (Drilling)

Pengeboran dapat juga dilakukan pada mesin bubut. Kebalikan dengan pengeboran pada mesin bor, pengeboran dengan mesin bubut menggunakan mata bor yang tidak berputar (yang berputar benda kerjanya).



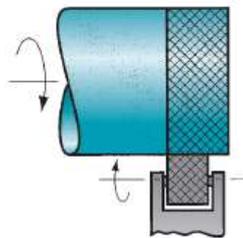
Gambar 2.13 Pengeboran (Drilling)

n. Reaming

Reaming mirip dengan drilling. Reaming bertujuan untuk memperbesar diameter lubang hasil pengeboran. Selain itu reaming juga digunakan untuk memperhalus permukaan lubang. Proses reaming merupakan proses lanjutan dari drilling (meskipun tidak wajib dilakukan proses reaming).

o. Knurling

Knurling sebenarnya bukan termasuk proses penyayatan. Knurling merupakan proses pembentukan logam yang digunakan untuk membuat pola arsiran yang bersilangan pada permukaan benda kerja.



Gambar 2.14 Knurling

2.3 Elemen-Elemen Dasar Pemotongan Pada Proses Bubut

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

prosesnya adalah dengan bubut, pengerjaan produk, komponen mesin, dan alat - alat menggunakan mesin bubut akan ditemui dalam setiap perencanaan proses permesinan.

2.4 Kecepatan Potong (cutting speed)

Kecepatan potong adalah panjang ukuran lilitan pahat terhadap benda kerja atau dapat juga disamakan dengan panjang total yang terpotong dalam ukuran meter yang diperkirakan apabila benda kerja berputar selama satu menit. Sebagai contoh, baja lunak dapat dipotong sepanjang 30 meter tiap menit. Hal ini berarti spindel mesin perlu berputar supaya ukuran mata lilitan pahat terhadap 15 benda kerja (panjang total) sepanjang 30 meter dalam waktu putaran satu menit. Karena ukuran benda kerja berbeda – beda, maka :

Kecepatan potong ditentukan dengan rumus :

$$C_s = \frac{\pi \cdot n \cdot d}{1000}$$

Dimana : C_s = adalah kecepatan potong ,(m/min)

π = adalah konstanta,seharga 3,14

d = diameter (mm)

n = kecepatan putar poros utama ,(rpm)

Karena diameter dinyatakan dalam millimeter, dan kecepatan potong dalam meter, maka $\pi \cdot d$ atau keliling benda kerja dibagi dengan 1000.

Tabel 2. 1 Kecepatan Potong cs (m/menit)

BAHAN	PAHAT HSS		PAHAT KARBIDA	
	HALUS	KASAR	HALUS	KASAR
Baja Perkakas	75 – 100	25 -45	185 – 230	110 – 140
Baja Karbon	70 - 90	25 – 40	170 – 215	90 – 120
Baja 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	185 – 215	120 – 150
Alumunium	70 – 110	30 – 45	140 – 215	60 – 90

2.5 Kekasaran Permukaan

Kekasaran permukaan sangat penting, karena sebagian besar suatu komponen membutuhkan kekasaran permukaan yang rendah, sehingga permukaan menjadi halus. Semakin halus permukaan, maka semakin tinggi biayanya (Amstead,B.H.,dkk.,1979). Kualitas kekasaran permukaan pada proses pemesinan yang paling umum adalah harga kekasaran rata-rata aritmatik (R_a), yaitu sebagai standar kualitas permukaan dari hasil pemotongan maksimum yang diizinkan (Atedi dan Djoko, 2005). Menurut Tonshoff, H.K. (1994) kekasaran permukaan tergantung pada kondisi pemotongan mesin gerinda, karena ketelitian bentuk benda kerja dicapai dengan pemakanan yang terjadi. Proses pemotongan benda kerja mengakibatkan temperatur menjadi lebih tinggi, sehingga diperlukan cairan pendingin untuk mengurangi peningkatan temperatur tersebut. Tingkat kekasaran dapat diukur melalui beberapa cara. Selain dengan

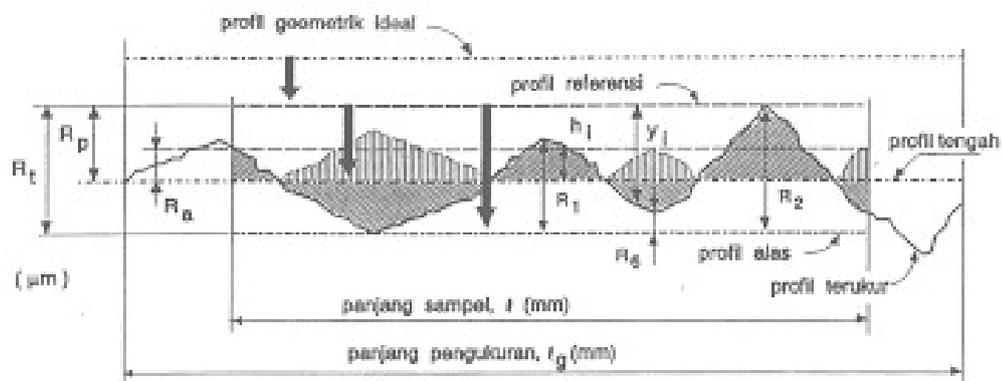
membandingkan secara visual dengan standar yang ada, cara lain yaitu dengan perbandingan mikroskopi (Amstead, B.H., dkk., 1979). Menurut Amstead dkk., untuk mengukur kekasaran permukaan dan karakteristik permukaan telah dikembangkan beberapa standar, yaitu ISO R468 dan ASA B 46,1-1962. Angka kekasaran permukaan menurut standar ISO 1302: 1992 diklasifikasikan menjadi 12 angka kelas sesuai Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Angka Kekasaran Permukaan

Roughness value (Mm)	Ra (Min)	Roughness grade numbers (given in the previous edition of ISO 1302)
50	2000	N 12
25	1000	N 11
12,5	500	N 10
6,3	250	N 9
3,2	125	N 8
1,6	63	N 7
0,8	32	N 6
0,4	16	N 5
0,2	8	N 4
0,1	4	N 3
0,05	2	N 2
0,025	1	N 1

Kekasaran permukaan dibedakan menjadi dua bentuk, diantaranya :

1. Ideal Surface Roughness yaitu kekasaran ideal yang dapat dicapai dalam suatu proses pemesinan dengan kondisi ideal.
2. Natural Surface Roughness yaitu kekasaran alamiah yang berbentuk dalam proses pemesinan karena adanya beberapa faktor yang mempengaruhi proses pemesinan diantaranya :
 1. Keahlian operator,
 2. Getaran yang terjadi pada mesin,
 3. Ketidakteraturan feed mechanism,
 4. Adanya cacat pada material,



Gambar 2.15 Profil Kekasaran Permukaan

Profil kekasaran permukaan terdiri dari:

- a. Profil geometrik ideal ialah profil permukaan yang sempurna dapat berupa garis lurus, lengkung atau busur.
- b. Profil terukur (measured profil), merupakan profil permukaan terukur.

- c. Profil referensi adalah profil yang digunakan sebagai acuan untuk menganalisa ketidak teraturan konfigurasi permukaan.
- d. Profil akar/alas yaitu profil referensi yang digeserkan ke bawah sehingga menyinggung titik terendah profil terukur.
- e. Profil tengah adalah profil yang digeserkan ke bawah sedemikian rupa sehingga jumlah luas bagi daerah-daerah diatas profil tengah sampai profil terukur adalah sama dengan jumlah luas daerah-daerah di bawah profil tengah sampai ke profil terukur.

Berdasarkan profil-profil di Gambar 2.15. di atas, dapat didefinisikan beberapa parameter permukaan, yaitu yang berhubungan dengan dimensi pada arah tegak dan arah memanjang. Untuk dimensi arah tegak dikenal beberapa parameter, yaitu:

- a. Kekasaran total (peak to valley height/total height), R_t (μm) adalah jarak antara profil referensi dengan profil alas.
- b. Kekasaran perataan (depth of surface smoothness/peak to mean line), R_p (μm) adalah jarak rata-rata antara profil referensi dengan profil terukur.
- c. Kekasaran rata-rata aritmetik (mean roughness index/center line average, CLA),
- d. R_a (μm) adalah harga rata-rata aritmetik dibagi harga absolutnya jarak Antara profil terukur dengan profil tengah.

$$R_a = \frac{1}{l} \int_0^l h_i^2 dx \quad (\mu\text{m})$$

- e. Kekasaran rata-rata kuadratik (root mean square height), R_q (μm) adalah akar bagi jarak kuadrat rata-rata antara profil terukur dengan profil tengah.

$$R_q = \sqrt{\frac{1}{l} \int h^2 dx}$$

- f. Kekasaran total rata-rata, R_z (μm) merupakan jarak rata-rata profil alas ke profil terukur pada lima puncak tertinggi dikurangi jarak rata-rata profil alas ke profil terukur pada lima lembah terendah

$$R_z = \sum [R_1 + R_2 + \dots + R_5 - R_6 \dots R_{10}]$$

Parameter kekasaran yang biasa dipakai dalam proses produksi untuk mengukur kekasaran permukaan benda adalah kekasaran rata-rata (R_a). Harga R_a lebih sensitif terhadap perubahan atau penyimpangan yang terjadi pada proses permesinan. Toleransi harga R_a , seperti halnya toleransi ukuran (lubang dan poros) harga kekasaran rata-rata aritmetis R_a juga mempunyai harga toleransi kekasaran. Tabel 2.3 menunjukkan angka kekasaran dan kelas kekasaran permukaan.

Tabel 2.3 Angka Kekasaran (ISO Roughness Number)

No	Kelas Kekasaran	Harga C.L.A (μm)	Harga R_a (μm)	Toleransi $\frac{+50\%}{-25\%}$ (N)	Panjang Sampel (mm)
1	N1	1	0,0025	0,02 – 0,04	0,08
2	N2	2	0,05	0,04 – 0,08	
3	N3	4	0,1	0,08 – 0,15	0,25
4	N4	8	0,2	0,15 – 0,3	

No	Kelas Kekasaran	Harga C.L.A (μm)	Harga Ra(μm)	Toleransi $\frac{+50\%}{25\%}$ (N)	Panjang Sampel (mm)
5	N5	16	0,4	0,3 – 0,6	
6	N6	32	0,8	0,6 – 1,2	
7	N7	63	1,6	1,2 – 2,4	
8	N8	125	3,2	2,4 – 4,8	0,8
9	N9	250	6,3	4,8 – 9,6	
10	N10	500	12,5	9,6 – 18,75	2,5
11	N11	1000	25,0	18,75 – 37,5	
12	N12	2000	50,0	37,5 – 75,0	8

Dalam kualitas permukaan terdapat berbagai macam tingkat kekasaran, sehingga nantinya dapat mengukur suatu kekasaran permukaan dengan standar yang sudah ditentukan. Berikut adalah table kekasaran permukaan (surface roughness table).

2.6 Roughness Tester

Pada Awalnya, setiap bahan material pasti mempunyai tingkat kekasaran yang berbeda-beda tergantung dari segi proses produksi serta fungsi dari material tersebut. Setiap industri tentu saja wajib mengetahui dengan jelas spesifikasi dari bahan material yang digunakan mulai dari ketebalan, ukuran, tingkat kekasaran dan bentuknya.

Secara definisi yang digunakan adalah ISO 1302-1978, roughness atau kekasaran merupakan penyimpangan rata-rata aritmetik dari garis rata-rata profil. Secara international, nilai kekasaran dibuat dalam (Ra) Roughness Average dan (Rz) untuk tingkat kekasaran.

Sedangkan arti lain dari roughness atau kekasaran secara umum yaitu halus atau tidaknya suatu permukaan material yang disebabkan oleh pengerjaan suatu mesin produksi. Alat yang biasa digunakan untuk mengukur kekasaran permukaan material disebut roughness tester. Adapun jenis material yang sering diukur tingkat kekasarannya menggunakan roughness tester yaitu kaca, baja, plat besi, kayu, dan lainnya.

1. Prinsip Kerja Roughness Tester

Instrument tersebut menggunakan suatu sensor transducer kemudian data yang sudah diterima dan diolah menggunakan micro processor sehingga nantinya akan keluar nilai pengukuran pada layar monitor tersebut. Pengukuran yang menggunakan roughness tester bisa diterapkan untuk berbagai posisi (Vertical, Horizontal, datar, dan lainnya).

2. Cara Menggunakan Roughness Tester

Roughness Tester merupakan alat portable yang digunakan sangat praktis, mudah dibawa kemanapun dan sangat mudah untuk digunakan nantinya. Agar lebih jelas, berikut ini cara menggunakannya :

- a. Siapkan material atau benda yang akan diuji
- b. Tekan tombol daya (power) pada roughness tester sampai keluar angka nol pada monitor

- c. Tempelkan sensor di atas material dan diamkan sampai proses selesai
- d. Kemudian akan keluar nilai hasil pengukuran pada monitor.

2.7 Pahat Potong

Keterbatasan kemampuan suatu jenis material pahat perlu diperhitungkan karena dalam suatu pemesinan jenis pekerjaan pemesinan yang tertentu diperlukan pahat dari jenis material yang cocok. Berikut adalah pahat yang sering digunakan menurut urutannya mulai dari material yang relatif lunak sampai dengan yang paling keras sebagai berikut :

1. Baja Karbon Tinggi (High Carbon Steel, Carbon Tool Steels)
2. HSS (High Speed Steels, Tool Steels)
3. Paduan Cor Non logam (Cast Nonferrous Alloys, Cast Carbides)
4. Karbida (Cermeted Carbides, Hardmetals)
5. Keramik (Ceramic)
6. CBN (Cubic Boron Nitride)
7. Intan (Sintered Diamons & Natural Diamonds)

2.7.1 Pahat Karbida

Pahat jenis ini dibentuk dengan campuran bahan kimia. Dalam bentuk dasarnya carbide berbentuk butir – butir abrasif yang sangat halus, tetapi dapat dipadatkan dan dibentuk menjadi peralatan dalam perindustrian. Carbide ini

memiliki kekerasan 3 kali lipat dari baja. Sehingga hanya dapat dilakukan proses pemolesan menggunakan silikon karbida, boron nitrida bahkan berlian.

Cemented carbide atau karbida merupakan bahan pahat yang dibuat dengan cara menyinter (sintering processes) serbuk karbida (Nitrida, Oksida) dengan bahan pengikat yang umumnya dari cobalt (Co) dengan cara carburizing masing-masing bahan dasar (serbuk) Tungsten (Wolfram, W), Titanium (Ti), Tantalum (Ta) dibuat menjadi karbida yang kemudian digiling (ball mill) dan disaring. Salah satu atau campuran serbuk karbida tersebut kemudian dicampur dengan bahan pengikat (Co) dan dicetak tekan dengan memakai bahan pelumas (lilin). Setelah itu dilakukan presintering (10000C) pemanasan mula untuk menguapkan bahan pelumas) dan kemudian di sintering (16000C) sehingga bentuk keeping (sisipan) sebagai hasil proses cetak tekan (Cold, atau HIP) akan menyusut menjadi sekitar 80% dari volume semula.

Hot hardness karbida yang disemen (diikat) ini hanya akan menurun bila terjadi pelunakan elemen pengikat. Semakin besar prosentase pengikat Co maka kekerasannya menurun dan sebaliknya keuletannya membaik. Modulus elastisitasnya sangat tinggi demikian pula berat jenisnya. Koefisien muainya 1/2 dari baja dan konduktivitasnya panasnya sekitar 2 atau 3 kali konduktivitas panas HSS.

Menurut Rochim (1993), ada tiga jenis utama pahat karbida sisipan yaitu:

1. Karbida Tungsten (WC+Co) yang merupakan jenis pahat karbida untuk memotong besi tuang (Cast iron cutting grade).

2. Karbida Tungsten Paduan (WC-TiC+Co; WC-TaC-TiC+Co; WC- TaC+Co; WC-TiC-TiN+Co; TiC+Ni, Mo) merupakan jenis pahat karbida memotong baja (Steel cutting grade).
3. Karbida lapis (Coated cemented carbides), merupakan jenis karbida Tungsten yang dilapis (satu atau beberapa lapisan) karbida nitrida, oksida lain yang lebih rapuh tetapi hot hardnesnya tinggi.

2.8 Stainless Steel

Stainless steel merupakan baja paduan yang mengandung sedikitnya 11,5% krom berdasar beratnya. Stainless steel memiliki sifat tidak mudah terkorosi sebagaimana logam baja yang lain. Stainless steel berbeda dari baja biasa dari kandungan kromnya. Baja karbon akan terkorosi ketika diekspos pada udara yang lembab. Besi oksida yang terbentuk bersifat aktif dan akan mempercepat korosi dengan adanya pembentukan oksida besi yang lebih banyak lagi. Stainless steel memiliki persentase jumlah krom yang memadai sehingga akan membentuk suatu lapisan pasif kromium oksida yang akan mencegah terjadinya korosi lebih lanjut.

Untuk memperoleh ketahanan yang tinggi terhadap oksidasi biasanya dilakukan dengan menambahkan krom sebanyak 13 hingga 26 persen. Lapisan pasif chromium (III) oxide (Cr_2O_3) yang terbentuk merupakan lapisan yang sangat tipis dan tidak kasat mata, sehingga tidak akan mengganggu penampilan dari stainless steel itu sendiri. Dari sifatnya yang tahan terhadap air dan udara ini, stainless steel tidak memerlukan suatu perlindungan logam yang khusus karena

lapisan pasif tipis ini akan cepat terbentuk kembali ketika mengalami suatu goresan. Peristiwa ini biasa disebut dengan pasivasi, yang dapat dijumpai pula pada logam lain misalnya Aluminium dan titanium.

Ada berbagai macam jenis dari stainless steel. Ketika nikel ditambahkan sebagai campuran, maka stainless steel akan berkurang kegetasannya pada suhu rendah. Apabila diinginkan sifat mekanik yang lebih kuat dan keras, maka dibutuhkan penambahan karbon. Sejumlah unsur mangan juga telah digunakan sebagai campuran dalam stainless steel. Stainless steel juga dapat dibedakan berdasarkan struktur kristalnya menjadi: austenitic stainless steel, ferritic stainless steel, martensitic stainless steel, precipitation-hardening stainless steel, dan duplex stainless steel.

a. Stainless Steel 304

Baja paduan SS 304 merupakan jenis baja tahan karat austenitic stainless steel yang memiliki komposisi 0.042%C, 1.19%Mn, 0.034%P, 0.006%S, 0.049%Si, 18.24%Cr, 8.15%Ni, dan sisanya Fe. Beberapa sifat mekanik yang dimiliki baja karbon tipe 304 ini antara lain: kekuatan tarik 646 Mpa, yield strength 270 Mpa, elongation 50%, kekerasan 82 HRB.

Stainless steel tipe 304 merupakan jenis baja tahan karat yang serbaguna dan paling banyak digunakan. Komposisi kimia, kekuatan mekanik, kemampuan las dan ketahanan korosinya sangat baik dengan harga yang relative terjangkau. Stainless steel tipe 304 ini banyak digunakan dalam dunia industri maupun skala kecil. Penggunaannya antara lain untuk: tanki dan container untuk

berbagai macam cairan dan padatan, peralatan pertambangan, kimia, makanan, dan industri farmasi.

b. Stainless Steel Tipe 201

Baja paduan SS 201 merupakan jenis baja tahan karat austenitic stainless steel yang memiliki komposisi 0.15%C, 13.5%Mn, 0.03%P, 0.03%S, 0.15%Si, 13.00%Cr, 1.02%Ni, dan sisanya Fe. Beberapa sifat mekanik yang dimiliki baja karbon tipe 304 ini antara lain: kekuatan tarik 580 Mpa, yield strength 198 Mpa, elongation 50%, kekerasan 87HRB.

Tabel 2. 4 Unsur Kimia Baja Stainless Steel 304

No	Elemen	Presentase (%)
1	Karbon (C)	0,07
2	Kromium (Cr)	17,5 – 19,5
3	Mangan (Mg)	2,00
4	Silikon (Sr)	1,00
5	Postor (P)	0,045
6	Sulfur (S)	0,015
7	Nikel (Ni)	8,00 – 10,50
8	Nitrogen (N)	0,10
9	Besi (Fe)	Seimbang

2.9. Cairan Pendingin

Cairan pendingin berfungsi sebagai pendingin alat potong maupun benda kerja, pembersih/pembawa geram (terutama dalam proses gerinda) dan melumasi elemen pembimbing mesin perkakas, serta melindungi benda kerja dan komponen mesin dari korosi. Selain itu, cairan pendingin mampu memperpanjang umur pahat dan memperhalus permukaan produk hasil pemesinan (Rochim, 1993). Cairan pendingin juga dapat mengurangi adanya cacat seperti surface burning dan retakan yang dihasilkan dari panas yang terjadi ada proses pembubutan.

Panas yang terjadi pada saat proses gerinda permukaan diserap oleh cairan pendingin sehingga tingkat distribusi panas yang terjadi selama proses gerinda permukaan berkurang. Cairan pendingin yang biasa dipakai dalam proses pemesinan dapat dikategorikan dalam empat jenis utama (Rochim, 1993), yaitu:

1. Cairan Sintetik (Synthetic Fluids) Cairan sintetik adalah cairan jernih yang dibuat dengan melarutkan borat, nitrit, nitrat atau fosfat ke dalam air. Larutan ini tidak bersifat melumasi dan dipakai untuk penyerapan panas yang tinggi. Cairan sintetik merupakan cairan dengan penyerapan panas yang terbaik diantara semua cairan pendingin.
2. Cairan Emulsi (Soluble Fluids) Cairan emulsi adalah cairan minyak dengan unsur pengemulsi yang dicampur dengan air. Cairan emulsi mempunyai daya lumasi dan penyerapan terhadap panas yang baik. Unsur pengemulsi yang dipakai adalah sabun yang berupa amine soaps, rosin soaps atau naphthenic acids.

3. Cairan Semi Sintetik (Semi Synthetic Fluids) Cairan semi sintetik adalah cairan pendingin kombinasi antara cairan sintetik dan cairan emulsi, sehingga memiliki karakteristik keduanya. Cairan semi sintetik mempunyai daya pendingin yang baik dan bahan dasar pembentuknya dapat bercampur dengan air.
4. Minyak Murni (Straight Oils) Minyak murni adalah cairan pendingin yang dibuat dari minyak. Cairan ini tidak dapat diemulsikan dan digunakan pada proses pemesinan dalam bentuk yang sudah diencerkan. Cairan minyak dapat berupa salah satu atau gabungan minyak bumi, minyak hewani dan minyak nabati. Viskositas dari minyak murni dapat bermacam-macam, dari yang encer sampai dengan yang kental tergantung dari pemakaiannya.

Pendingin yang sering dipakai ada dua jenis minyak pendingin yaitu :

- a. Minyak dromus A ialah oli yang belum dicampuri air, berwarna coklat bening, dan berfungsi membantu dalam proses membuat ulir luar dengan tap atau tap mesin, dan mengefrais.
- b. Minyak dromus B ialah minyak Dromus A yang dicampur air dengan perbandingan 1:20 sehingga warnanya berubah menjadi putih seperti susu, fungsinya sebagai pendingin pada proses bubut, pengefraisan, skrap, menggraji, mengebor dan menggerinda.

Pemeriksaan kelancaran pendingin selain campuran antara air dan larutan pendingin, termasuk pula memeriksa pompa dan pipa-pipa pendingin sampai pengaturan pancaran pendingin pada ujung nozzle yang mengarah pada roda pahat dan benda kerja.

2.9.1 Metode Pendinginan

Pemilihan cara penggunaan pendingin berpengaruh terhadap pahat ataupun hasil proses bubut. Adapaun cara pendinginan yang banyak digunakan adalah sebagai berikut (Rochim, 2007):

1. Manual: bila mesin perkakas tidak dilengkapi dengan sistem cairan pendingin, maka cairan pendingin digunakan secara manual. Misalnya, memakai kuas untuk memerciki pahat dengan cairan pendingin;
2. Dikururkan atau dibanjirkan : cairan pendingin dikururkan atau dibanjirkan pada bidang aktif pemotongan dengan menggunakan nozzle. Cairan pendingin dipompa dari tangki penampungan;
3. Dikabutkan : cairan pendingin yang disemprotkan pada bidang aktif pemotongan berupa kabut;
4. Ditekan lewat saluran pada pahat : cairan pendingin dialirkan dengan tekanan tinggi melewati saluran pada pahat;
5. Cairan pendingin bertekanan tinggi : suatu metode pendinginan pahat dimana cairan pendingin yang disemprotkan oleh nozzle dengan tekanan tinggi. Cairan pendingin disemprotkan dalam bentuk jet langsung pada titik terpanas pahat yaitu pada bidang aktif pemotongan.

Penggunaan pendingin secara dikururkan masih tetap digunakan pada proses pembubutan, sekalipun trend memotong dalam keadaan kering telah mulai berkembang pesat.

1. Fungsi Cairan Pendingin

- a. Menstabilkan suhu benda kerja
- b. Melumasi ketika proses pengerjaan
- c. Memperpanjang umur alat potong
- d. Mengurangi deformasi benda kerja
- e. Membersihkan kotoran ketika proses pengerjaan
- f. Melindungi benda kerja dari korosi atau karatan
- g. Memudahkan operator dalam mengambil benda kerja
- h. Menghaluskan permukaan benda kerja