

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Dalam penulisan tugas akhir dibutuhkan beberapa studi literatur terlebih dahulu, yang diharapkan dapat menghasilkan teori ataupun rumus sehingga tujuan dan manfaat dapat dicapai.

Proses bubut merupakan proses pembentukan material dengan membuang sebagian material dalam bentuk geram akibat adanya gerak relatif pahat terhadap benda kerja, dimana benda kerja diputar pada *spindel* dan pahat dihantarkan ke benda kerja secara translasi. Kualitas dari hasil pembubutan terutama pada bagian permukaan sangat dipengaruhi oleh tiga parameter yaitu kecepatan *spindle (Speed)*, gerak makan (*Feed*), dan kedalaman potong (*Depth Of Cut*). Adapun faktor lain yang mendukung kualitas dari hasil pembubutan antara lain benda kerja, jenis pahat yang digunakan. (Saputra. A., Firdaus., dan Gunawan I. 2021).

Fransisca, dan Femiana. (2013). Proses permesinan merupakan parameter penting dalam industry manufaktur. Proses permesinan adalah proses pemotongan atau pembuangan Sebagian benda kerja dengan maksud untuk membentuk produk sesuai dengan apa yang diinginkan. Proses permesinan yang banyak dilakukan dalam industri manufaktur adalah proses penyekrapan (*shaping*), pengurdian (*drilling*), penyayatan (*milling*), proses gerinda (*grinding*), dan proses pembubutan (*turning*). Mesin bubut adalah suatu mesin perkakas yang mempunyai Gerakan utama berputar yang berfungsi untuk mengubah bentuk dan ukuran benda kerja dengan cara menyayat benda kerja dengan suatu pahat, posisi benda kerja berputar sesuai dengan sumbu mesin dan pahat bergerak ke kanan atau ke kiri searah sumbu mesin bubut untuk melakukan penyayatan atau pemakanan. Parameter permesinan dalam proses pembubutan meliputi kecepatan potong (*cutting speed*), kedalaman pemotongan (*depth of cut*), dan laju pemakanan (*feed rate*).

Sobron, Y., dkk. (2019). Proses pembubutan logam merupakan proses menghilangkan sebagian logam dari permukaan benda kerja sehingga diperoleh bentuk yang direncanakan. Integritas permukaan yang dihasilkan dalam pemesinan (*output proses*) diakui memiliki dampak signifikan terhadap kinerja produk umur pakainya. Integritas permukaan mewakili sifat kondisi permukaan benda kerja setelah proses permesinan. Pada proses pembubutan (*turning*) hal yang menentukan kualitas dari kekasaran permukaan suatu benda kerja yang akan di Bubut adalah kecepatan putar *spindel* (*speed*), kedalaman potong (*dept of cut*), gerakan makan (*feed*) dan juga termasuk geometri pahat (Hasan dkk., 2017).

Pada penelitian ini digunakan mata pahat jenis karbida yang memiliki tiga variasi sudut hujung mata pahat yaitu 0.4, 0.8. dan 1.2 mm untuk membubut benda kerja aluminium 6061. Proses pemotongan logam dilakukan dengan menggunakan mesin bubut CNC Mazak. Parameter pemotongan yang digunakan kecepatan potong dengan lima variasi yaitu 200, 300, 400, 500, dan 600 m/min. Didapatka hasil peningkatan penggunaan kecepatan pemotongan berpengaruh terhadap penurunan nilai kekasaran permukaan benda kerja. Nilai kekasaran permukaan terendah sebesar 1.046 um pada kecepatan potong 500 m/min, Kenaikan penggunaan kecepatan potong dengan kelipatan 100 m/min, terjadi penurunan nilai kekasaran permukaan sebesar 13.73 %.

Bambang, S., dan Sunyoto. (2018). Mesin bubut merupakan salah satu mesin produksi yang dipakai untuk membentuk benda kerja yang berbentuk silindris. Mesin bubut dibagi menjadi dua tipe yaitu CNC dan bubut konvensional. Mesin bubut CNC adalah mesin bubut semi otomatis yang bergerak dengan motor penggerak yang dijalankan oleh program komputer. Bubut CNC memiliki tingkat akurasi yang cukup tinggi serta mudah dalam pengerjaan dalam jumlah banyak. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi tingkat kekasaran permukaan benda kerja pada proses pembubutan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh parameter kecepatan potong dan kedalaman potong terhadap kekasaran permukaan pada pembubutan lubang blok silinder mesin pemotong rumput. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen

dengan variabel bebas kecepatan potong dan kedalaman potong, dan variabel terikat kekasaran permukaan lubang. Penelitian dilakukan dengan pembuatan spesimen dengan proses pengecoran aluminium kemudian spesimen dibubut lubang dengan diberi variasi kecepatan potong dan variasi kedalaman potong. Hasil pembubutan dilakukan uji kekasaran menggunakan *Surfcorder* SE 300. Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan analisis deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada pengaruh kecepatan potong terhadap hasil kekasaran permukaan blok silinder mesin pemotong rumput, hasil paling baik dengan nilai kekasaran paling kecil diperoleh dari kecepatan potong 125 m/menit. Ada pengaruh kedalaman potong terhadap hasil kekasaran permukaan blok silinder mesin pemotong rumput, hasil paling baik dengan nilai kekasaran paling kecil diperoleh dari kedalaman potong 0,2 mm.

Nafsan, U. (2009). Proses mengubah bentuk bahan baku salah satunya dapat menggunakan mesin perkakas yaitu mesin bubut, mesin ini adalah sebuah mesin untuk membuat bentuk – bentuk silindris, membuat ulir, menghaluskan permukaan, membuat lubang dan sebagainya. Mesin bubut adalah sebuah mesin untuk membuat bentuk – bentuk silindris, namun dapat juga digunakan untuk membuat ulir, menghaluskan permukaan, membuat lubang dan sebagainya. Benda kerja dapat dipasang diantara dua senter yang masuk pada lubang – lubang yang dibor tirus (*contersunk*) pada salah satu ujungnya, atau bisa juga dicekam dengan cakar atau dibautkan pada sebuah pelat penyetel (*face plate*). Dengan tujuan mengetahui kualitas kehalusan permukaan proses bubut, dilakukan pengujian terhadap material St 37 yang dipakai untuk menghasilkan suatu produk dan juga mudah didapat. Dengan mengatur parameter pemesinan, diantaranya kecepatan potong, kecepatan makan, putaran mesin yang konstan, serta memvariasikan kedalaman potong, hasil proses pembubutan, selanjutnya dilakukan pengukuran kekasaran permukaan hasil dengan suatu alat. Didapat $R_{teoritis}$; $R_{ramalan}$; $R_{empiris}$ yang berguna untuk menganalisa hasil pengujian. Penelitian ini bertujuan mengetahui kualitas permukaan hasil proses pembubutan yang dipengaruhi dengan memvariasikan kedalaman potong pada proses pembubutan dengan menggunakan mesin bubut konvensional.

Anshori, M., dkk. (2017). Sebuah industri manufaktur tidak terlepas dari adanya proses pemesinan (*metal cutting*). Sekitar 70 % dari total proses produksi industri menggunakan proses pemesinan. Keutamaan proses pemesinan adalah hasil prosesnya (produk) mempunyai dimensi dan kehalusan permukaan yang lebih presisi dibandingkan dengan proses produksi yang lain seperti pembentukan ataupun proses produksi lainnya. Kualitas produk hasil pemesinan dengan seberapa dekat spesifikasi produk yang dihasilkan (dimensi geometri, kekasaran permukaan dan reflektif geometri) itu terhadap spesifikasi yang ditentukan. Dalam proses bubut, akurasi dimensi, keausan pahat, dan kualitas dari kekasaran permukaan adalah faktor-faktor yang dapat dikontrol. Pada penelitian ini menggunakan material poros yang digunakan adalah ST. 42 dan ST. 60, spesimen ini memiliki sifat yang berbeda. Jenis pendinginan menggunakan *coolant* dan jenis pahat HSS *Prohex*. Hasil Nilai kekasaran terendah adalah 4,26 μm terdapat pada jenis material ST. 42 dengan kecepatan 224 rpm. Nilai kekasaran tertinggi adalah 10,23 μm terdapat pada jenis material ST. 60 dengan kecepatan 224 rpm.

Tabel 2.1 Komparasi kajian pustaka

Tahun	DATA SUMBER JURNAL PROPOSAL		
	Nama Penulis	Judul	Kesimpulan
2013	Francisca., dan Fermiana	Optimasi Parameter Pembubutan Terhadap Kekasaran Permukaan Produk	Berdasarkan pendekatan optimasi response <i>surface</i> maka didapatkan kesimpulan bahwa <i>depth of cut</i> , panjang pemotongan, dan <i>cutting speed</i> yang optimal yaitu sebesar 1.26mm, 184.1mm, dan 130.46mm/min menghasilkan nilai kekasaran permukaan Ra terendah 1.0157.

2019	Sobron, Y., dan dkk	Pengaruh <i>Cutting Speed</i> Terhadap Kekasaran Permukaan Aluminium <i>Alloy</i> 6061 Pada Proses Pembubutan	Peningkatan penggunaan kecepatan pemotongan berpengaruh terhadap penurunan nilai kekasaran permukaan benda kerja. Nilai kekasaran permukaan terendah sebesar 1.046 um pada kecepatan potong 500 m/min. Kenaikan penggunaan kecepatan potong dengan kelipatan 100 m/min, terjadi penurunan nilai kekasaran permukaan sebesar 13.73 %.
2018	Bambang, S. dan Sunyoto	Pengaruh Kecepatan dan Kedalaman Potong Pada Proses Pembubutan Konvensional Terhadap Kekasaran Permukaan	Ada pengaruh kecepatan potong terhadap hasil kekasaran permukaan lubang blok silinder mesin pemotong rumput. Hasil paling baik dengan nilai kekasaran paling kecil diperoleh dari kecepatan potong 125 m/menit, Ada pengaruh kedalaman potong terhadap hasil kekasaran permukaan lubang blok silinder mesin pemotong rumput. Hasil paling baik dengan nilai kekasaran paling kecil diperoleh dari kedalaman potong 0,2 mm.
2009	Nafsan Upara	Analisis Kekasaran Permukaan Terhadap Pengaruh Kedalaman Potong Pada Proses Pembubutan	Harga kekasaran permukaan (Raempiris) semakin baik (halus), jika besar harga kedalaman potong (a) semakin kecil, dan menggunakan parameter pemesinan yang konstan selain kedalaman potong (a), seperti Vc, f, dan n.

DATA SUMBER JURNAL PROPOSAL			
Tahun	Nama Penulis	Judul	Kesimpulan
2013	Anshori, Mohammad., dkk.	Analisis Perbandingan Kekasaran Permukaan Pada Porses Turning	Hasil dari penelitian ini ada perbedaan kekasaran permukaan benda kerja, akan tetapi tidak berpengaruh signifikan terhadap kekasaran permukaan dari jenis material dan kecepatan benda kerja. Nilai kekasaran terendah adalah 4,26 μm terdapat pada jenis material ST. 42 dengan kecepatan 224 rpm. Nilai kekasaran tertinggi adalah 10,23 μm terdapat pada jenis material ST. 60 dengan kecepatan 224 rpm.
2008	Fatahul Arifin dan Wijianto	Pemanfaatan Pegas Daun Bekas Sebagai Bahan Pengganti Mata Potong (<i>PUNCH</i>) Pada Alat Bantu Produksi Masal (<i>PRESS TOOLS</i>)	Material pegas daun bekas didapat di pasaran ini merupakan baja karbon tinggi dan memiliki kekerasan 48,5-56,5 HRC. Dilihat data yang ada maka pegas daun dapat dijadikan sebagai material pengganti mata potong
2021	Antoni Saputra, Firdaus, dan Indra Gunawan	Pengaruh Variasi Media Pendingin Oli, Dromus, Minyak Sayur Terhadap Kekasaran Permukaan Baja SS-400	Presentase kekasaran permukaan baja SS-400 pada proses pembubutan sebagai berikut: • Oli = 75% • Dromus = 64% • Minyak Sayur = 70% 2. Media pendingin Oli adalah media pendingin yang paling berpengaruh.

2.2 Mesin Bubut (*Turning Machine*)

Mesin bubut adalah suatu mesin perkakas yang mempunyai gerakan utama berputar yang berfungsi untuk mengubah bentuk dan ukuran benda kerja dengan cara menyayat benda kerja dengan suatu pahat, posisi benda kerja berputar sesuai dengan sumbu mesin dan pahat bergerak ke kanan atau ke kiri searah sumbu mesin bubut untuk melakukan penyayatan atau pemakanan (Fransisca., dan Femiana. 2013).

Gerak putar dari benda kerja disebut gerak potong relatif dan gerakan translasi dari pahat disebut gerak umpan (*feeding*). Bila gerak umpan lambat sekali dibandingkan dengan gerak potongnya akan dihasilkan benda kerja berbentuk silindrik dengan alur spiral yang hampir tidak kelihatan, dapat dikatakan, permukaan benda kerja tersebut halus. Bila gerak umpannya secara translasi dipercepat dan gerak potongnya diperlambat maka bentuk alur spiral yang mengelilingi benda kerja silindrik tersebut semakin jelas atau permukaan benda kerja kasar.

Mesin bubut dibagi menjadi dua tipe yaitu CNC dan bubut konvensional. Mesin bubut konvensional adalah mesin perkakas atau mesin bubut biasa yang memproduksi benda-benda bentuk silindris, mesin dengan gerak utamanya berputar dan berfungsi sebagai pengubah bentuk dan ukuran benda dengan cara menyayat benda dengan pahat penyayat. Parameter permesinan dalam proses pembubutan meliputi kecepatan potong (*cutting speed*), kedalaman pemotongan (*depth of cut*), dan laju pemakanan (*feed rate*) (Fransisca., dan Femiana. 2013).

2.1.1 Bagian-bagian dan fungsi mesin bubut

Mesin bubut konvensional pasti memiliki bagian-bagian tertentu dalam melakukan proses permesinan. Bagian tersebut antara lain:

1. Kepala Tetap (*Head Stock*)

Pada bagian kepala tetap ini terdapat poros spindle mesin yang memiliki fungsi sebagaiudukan cekam (*chuck*). Jadi saat poros spindle ini berputar, maka cekam otomatis juga akan ikut berputar.



Gambar 2.1. Kepala Tetap

2. Eretan (*Carriage*)

Eretan terdiri dari 3 bagian yaitu:

a. Eretan Alas (*longitudinal carriage*)

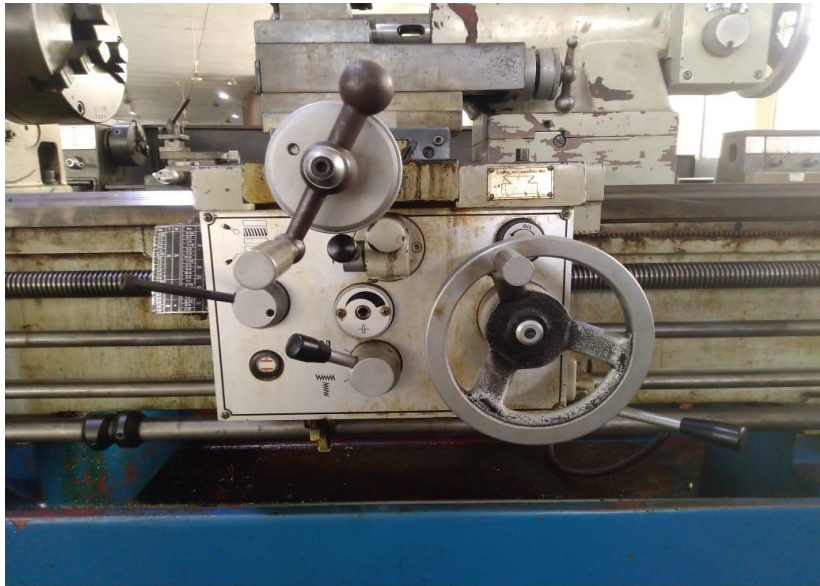
Eretan Alas merupakan bagian yang berada di alas mesin dan bisa bergerak ke kiri/kanan. Adapun didalamnya terdapat perlengkapan mekanik yang bekerja secara otomatis untuk menggerakkan eretan tersebut atau bisa juga digerakkan menggunakan tangan/manual.

b. Eretan Lintang (*cross carriage/cross slide*)

Bagian ini berada di atas eretan alas dengan posisi dudukan melintang terhadap alas. Maksud dari gerakan melintang disini adalah komponennya bisa mendekat dan menjauhi operator ketika diputar secara manual maupun otomatis. Fungsi dari eretan lintang ini untuk mengatur tebal tipisnya pahatan yang dilakukan dengan memperhatikan skala ukuran yang sudah disediakan.

c. Eretan atas (*top carriage/compound slide*)

Eretan atas posisinya ada dibagian atas eretan lintang yang dikencangkan dengan 2 baut. Adapun kedudukannya bisa diputar atau dirubah 360o menyesuaikan kebutuhan. Pada eretan atas terdapat rumah pahat yang menyertainya yang mana memiliki fungsi untuk membuat tirus dengan sudut yang besar dan digerakkan secara manual.



Gambar 2.2. Eretan pada Mesin Bubut

3. Meja Mesin (*Bed Machine*)

Meja mesin digunakan sebagai tempat dudukan kepala lepas, penyangga diam, eretan, dan merupakan sebagai tumpuan pemakanan pada waktu pembubutan.

4. Kepala Lepas (*Tail Stock*)

Kepala lepas ini berada dipasang di atas alas mesin atau terdapat di sebelah kanan mesin yang dikencangkan dengan baut dan mur. Adapun gunanya sebagai tempat penahan ujung benda kerja yang sedang di bubut, maupun sebagai tempat penahan kedudukan bor saat digunakan, dll. Seorang operator bisa mengunci dan menggeser bagian kepala lepas ini disepanjang alas mesin karena dibagian porosnya terdapat lubang tirus yang bisa dipasang mata bor dengan tangkai serupa. Kepala lepas ini terdiri atas 2 bagian utama yakni bagian alas dan badan. Jadi kedua bagian ini dikencangkan dengan 2-3 baut dan bisa digeser apabila dibutuhkan.



Gambar 2.3. Kepala Lepas (Tail Stock)

5. Tuas (*Handle*)

Adapun fungsi dari tuas (*handle*) ini ada beberapa macam, diantaranya adalah:

- Untuk mengatur kecepatan *spindle*
- Untuk mengatur arah pemakanan
- Untuk menyalakan dan mematikan mesin
- Untuk mengatur kecepatan pemakanan secara otomatis
- Untuk mengatur penguliran
- Untuk mengatur arah putaran *spindle*



Gambar 2.4. Tuas (*handle*) pada Mesin Bubut

6. Dudukan Pahat (*Tool Post*)

Dudukan post standar ini menggunakan ganjalan sebagai pengatur ketinggian mata pahat. Sementara untuk mengencangkan pahatan dilakukan dengan cara memutar baut-baut yang ada di bagian atas *tool post*. *Tool post* standar dibedakan menjadi 2 berdasarkan jumlah rumah pahatnya, yang pertama adalah rumah pahat satu. Maksudnya adalah jumlah pahatan yang bisa dipasang hanya berjumlah satu saja. Jadi operator harus berulang-ulang untuk mengatur ketinggian setiap kali mengganti pahatan. Yang kedua adalah rumah pahat 4 yang artinya jumlah pahatan maksimal yang bisa dipasang sampai dengan 4. Jadi operator cukup mengatur ketinggian sekali saja untuk melakukan pahatan tanpa perlu menyetel lagi.



Gambar 2.5. Dudukan Pahat pada Mesin Bubut

7. Cairan pendingin (*Coolant*)

Selang *coolant* ini memiliki fungsi untuk menyemprotkan cairan saat proses pembubutan terjadi. Selain itu bagian ini juga berfungsi untuk menstabilkan suhu alat potong ketika dirasa sudah terlampau panas. Karena suhu yang stabil bisa membuat ketajaman mata potong lebih awet dan hasil kerjanya lebih maksimal. Misalnya saja seperti saat melakukan pengeboran benda keras, otomatis suhu alat potongnya akan meningkat dan mengeluarkan asap, disinilah bagian pendingin ini bekerja.



Gambar 2.6. Saluran Air Pendingin (*coolant*)

8. Cekam Utama (*Chuck*)

Cekam merupakan alat perlengkapan mesin bubut yang berguna untuk menjepit benda saat proses pembubutan terjadi. Jenis ini bisa dilihat dari rahang yang terbagi atas dua buah yaitu cekam sepusat dan cekam tidak sepusat. Cekam sepusat adalah cekam yang apabila salah satu rahang digerakkan maka bagian lainnya akan ikut bergerak menjauhi pusat sumbu. Oleh karena itu jenis cekam ini biasanya digunakan untuk menjepit benda yang bentuknya sudah silindris. Pada jenis ini biasanya memiliki jumlah rahang tiga (*3 jaw chuck*), empat (*4 jaw chuck*) dan enam (*6 jaw chuck*)

2.3 Elemen Mesin Bubut

Ada beberapa parameter pada proses permesinan pembubutan agar dapat menghasilkan suatu benda kerja yang berkualitas yaitu sebagai berikut (Rochim, 2007):

1. Kecepatan putar benda kerja (n)

Benda kerja yang berputar pada mesin bubut atau bisa juga disebut *spindle* merupakan variabel yang diturunkan dari variabel kecepatan potong (V_c) dan diameter benda kerja (d).

$$\text{Rumus: } V_c = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \text{ m/min} \quad (2.1)$$

1000

Dimana: V_c = kecepatan potong, (m/min)

d = diameter rata-rata, yaitu :

$$d = (d_0 + d_m) / 2 \approx d_0 \text{ (mm)}$$

n = kecepatan putar poros utama, (rpm)

Rumus putaran spindle (2.2)

$$n = \frac{V_c \cdot 1000}{\pi \cdot d} \text{ ; (put/rpm)}$$

Tabel 2.2 Standar umum kecepatan potong berdasarkan jenis bahan dan jenis pahat [11]

Bahan	Pahat HSS		Pahat Karbida	
	Halus (m/min)	Kasar (m/min)	Halus (m/min)	Kasar (m/min)
Baja Perkakas	75-100	25-45	185-230	110-140
Baja Karbon Rendah	70-90	25-40	170-215	90-120
Besi 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	185-215	120-150
Aluminium	70-110	30-45	140-215	60-90

2. Kecepatan pemakanan (*feeding speed*)

Kecepatan gerak pemakan adalah kecepatan yang diperlukan pahat dalam menyayat benda kerja tiap radian per menit. Untuk menghitung kecepatan gerak pemakanan didasari pada gerak makan (f).

Rumus kecepatan pemakanan:

$$V_f = f \cdot n \text{ (mm/min)} \quad (2.3)$$

Dimana:

V_f = kecepatan pemakan

f = gerak makan (mm/put)

n = putaran *spindle*/poros utama (put/min)

3. Waktu pemotongan (*cutting time*)

Waktu pemotongan ialah lamanya proses pemotongan tiap kecepatan gerak pemakanan. Panjang permesinan sendiri adalah panjang pemotongan pada benda kerja baik dari awal sampai akhir pengerjaan.

Rumus waktu pemotongan:

$$t_c = \ell_t / v_f \text{ (min)} \quad (2.4)$$

Dimana :

t_c = waktu pemotongan (min)

ℓ_t = panjang permesinan (mm)

V_f = kecepatan makan (mm/min)

4. Kedalaman potong (*depth of cut*)

Kedalaman potong merupakan nilai rata-rata selisih dari diameter benda kerja sebelum dibubut dengan diameter awal benda kerja sebelum dibubut.

Rumus kedalaman potong;

$$a = (d_o - d_m) / 2 \text{ (mm)} \quad (2.5)$$

Dimana :

a = kedalaman potong (mm)

d_o = diameter awal benda kerja (mm)

d_m = diameter akhir benda kerja (mm)

2.4 Kekasaran Permukaan

Permukaan benda adalah batas yang memisahkan antara benda padat tersebut dengan sekelilingnya. Permukaan merupakan suatu karakteristik geometri golongan mikrogeometri, yang termasuk golongan makrogeometri adalah permukaan secara keseluruhan yang membuat bentuk atau rupa yang spesifik, misalnya permukaan lubang, permukaan poros, permukaan sisi dan lain yang tercakup pada elemen geometri ukuran, bentuk dan posisi (Doni.2015).

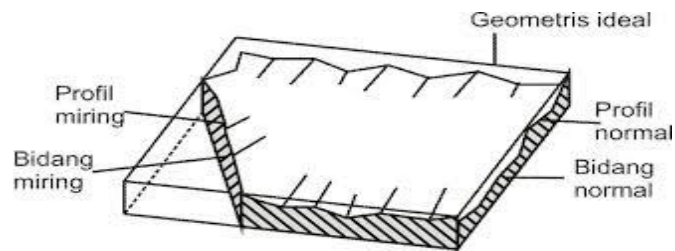
Kekasaran permukaan dapat dibedakan menjadi 2 yaitu: (Yunus dkk, 2012)

1. *Ideal surface roughness*

Yaitu kekasaran ideal yang dapat dicapai dalam suatu proses permesinan dengan kondisi ideal.

2. *Natural surface roughness*

Yaitu kekasaran alamiah yang terbentuk dalam proses pemesinan karena adanya beberapa faktor yang mempengaruhi proses pemesinan.



Gambar 2.7. Bidang dan Profil pada Penampang Permukaan [5]

Berdasarkan profil kurva kekasaran di atas, dapat didefinisikan beberapa parameter permukaan, diantaranya adalah:

Profil kekasaran permukaan terdiri dari:

- Profil geometrik ideal merupakan permukaan yang sempurna dapat berupa garis lurus, lengkung atau busur.
- Profil terukur (*measured profil*) profil terukur merupakan profil permukaan terukur.
- Profil referensi merupakan profil yang digunakan sebagai acuan untuk menganalisa ketidakteraturan konfigurasi permukaan.
- Profil akar / alas yaitu profil referensi yang digeserkan ke bawah sehingga menyinggung titik terendah profil terukur.
- Profil tengah Profil tengah adalah profil yang digeserkan ke bawah sedemikian rupa sehingga jumlah luas bagi daerah-daerah di atas profil tengah sampai profil terukur adalah sama dengan jumlah luas daerah-daerah di bawah profil tengah sampai ke profil terukur.

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 pemesinan. Toleransi harga R_a , seperti halnya toleransi ukuran (lubang dan poros) harga kekasaran rata-rata aritmetis R_a juga mempunyai harga toleransi

kekasaran. Harga toleransi kekasaran Ra ditunjukkan pada tabel 2.3 Toleransi harga kekasaran rata-rata, Ra dari suatu permukaan tergantung pada proses pengerjaannya. Hasil penyelesaian permukaan dengan menggunakan mesin gerinda sudah tentu lebih halus dari pada dengan menggunakan mesin bubut. Tabel 2.4 berikut ini memberikan contoh harga kelas kekasaran rata-rata menurut proses pengerjaannya.

Tabel 2.3 Toleransi nilai kekasaran rata-rata Ra permukaan [10]

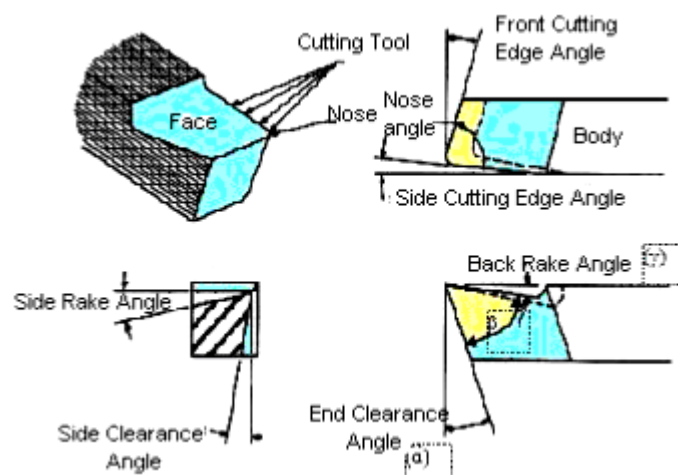
No	Kelas Kekasaran	Harga Ra (um)	Panjang Sampel(mm)
1	N1	0,0025	0,08
2	N2	0,05	
3	N3	0,0	0,25
4	N4	0,2	
5	N5	0,4	
6	N6	0,8	
7	N7	1,6	
8	N8	3,2	0,8
9	N9	6,3	
10	N10	12,5	2,5
11	N11	25,0	
12	N12	50,0	8

Tabel 2.4 Tingkat kekasaran permukaan rata-rata menurut pengerjaan (ISO-1302,2001) [7]

Proses Pengerjaan	Selang (N)	Harga Ra (um)
<i>Flat and cylindrical lapping</i>	N1 – N4	0,0025 – 0,2
<i>Superfinishing diamond turning</i>	N1 – N6	0,0025 – 0,8
<i>Flat and cylindrical grinding</i>	N1 – N8	0,0025 – 3,2
<i>Face and cylindrical turning milling and reaming</i>	N5 – N12	0,0025 – 5,0
<i>Drilling</i>	N10 – N11	12,5 – 25,0
<i>Shaping, planing, horizontal milling</i>	N6 – N12	0,8 – 50,0
<i>Sandcasting and forging</i>	N10 – N11	12,5 – 25,0
<i>Extruding, cold rolling, drawing</i>	N6 – N8	0,8 – 3,2
<i>Die casting</i>	N8 – N7	0,8 – 1,6

2.5 Pahat Bubut

Pahat bubut adalah alat penyayat dalam proses permesinan yang cukup penting. Memiliki bentuk dan sudut yang bervariasi dan kegunaan yang beragam. Pahat bubut memiliki geometri yang tergantung pada nahan benda kerja dan bahan pahat itu sendiri.



Gambar 2.8. Geometri Pahat Bubut [7]

2.5.1. Pahat *high speed steel* (HSS)

Pahat HSS mengandung unsur campuran Cr dan W dibuat yang kemudian ditempa menjadi bentuk batang. Pahat HSS dapat dilakukan perawatan seperti pengasahan kembali mata potongnya menggunakan gerinda. Pahat HSS memiliki sifat yang cukup kuat sehingga pahat jenis ini masih banyak digunakan dalam proses pembubutan. *High Speed Steel* adalah baja paduan yang mengandung 0,75% - 1,5% *carbon*, 10% tungsten (W), 20 % molybdenum (Mo), 4% kromium, 12% kobaHilt, dan vanadium 5% (Childs, T et al. 2000).

2.5.2. Pegas daun

Pegas daun digunakan pada kendaraan dengan kapasitas muatan yang besar. Pegas daun ini memberikan nilai pantulan akibat beban yang diterima, yang akan mengalami kondisi terberat dalam beban tekan yang berulang ulang, sehingga berpotensi untuk gagal akibat lewat batas lelah materialnya. Pegas daun sendiri termasuk ke baja karbon tinggi dengan nilai karbon (C) > 0,5

%. Pegas daun termasuk dalam golongan baja pegas. Baja pegas adalah baja karbon yang terkandung 0,5 – 1,0% karbon. Baja karbon tinggi baja ini untuk pembuatan baja perkakas. Sifatnya sulit dibengkokkan, dilas dan dipotong. Kandungan 0,60 % - 1,50 % C, kegunaan untuk pembuatan obeng, palu tempa, meja pisau, rahang ragum, mata bor, alat potong, mata gergaji (Arifin. F., dan Wijiyanto. 2008).

2.6 Perlakuan Panas (*Heat Treatment*)

Heat treatment atau perlakuan panas adalah proses pemanasan logam dalam keadaan padat dengan sembari mengatur kadar pendinginan yang bertujuan untuk mengubah sifat material sesuai yang diinginkan dalam kemampuan logam tersebut. *Heat treatment* sendiri memiliki tujuan mendapatkan sifat mekanik yang lebih baik dengan kata lain meningkatkan kekerasan, kekuatan, dan elastisitas (Nofik, M et al. 2014).

2.6.1 *Tempering*

Tempering adalah suatu proses pemanasan kembali baja yang telah dikeraskan pada temperatur sebelum titik kritis (*sub-critical*), untuk mendapatkan sifat keuletan dan kekerasan yang lebih baik, dalam proses ini mertensit akan berubah menjadi “*Black Martensit*”, *troostite dan sorbite*” yang mempunyai struktur yang lebih baik dan halus. Temperatur *tempering* tergantung pada sifat yang diinginkan, tapi pada umumnya berkisar antara 180-650°C,

Tempering juga diartikan sebagai proses pemanasan logam setelah dikeraskan pada temperature tempering atau dibawah suhu kritis yang selanjutnya dilanjutkan dengan proses pendinginan (Koswara, E., 1991).

2.6.2 *Quenching*

Quenching ialah proses pendinginan yang dilakukan agar struktur butir pada metal baja mengalami perlakuan pemanasan. *Quenching* bertujuan untuk supaya karbon terjebak dalam struktur kristal. Pada umumnya proses *quenching* dapat dilakukan dengan media cair yang bermacam-macam antara lain air, oli, minyak, air garam, dan gas.

Agar dapat mencapai kekerasan yang bagus atau *martensit* yang keras maka pada saat melakukan pemanasan harus mencapai struktur *austenite*. Jika saat pemanasan terdapat struktur lain maka setelah proses *quenching* tidak seluruhnya *martensit* sehingga tidak tercapai maksimum (Purwanto, H., 2011).

2.7 Alat Uji Kekasaran

Ada banyak sekali jenis-jenis pengukuran kekasaran permukaan, salah satunya yang terdapat pada Laboratorium Teknik Mesin Poiteknik Negeri Sriwijaya yaitu tipe *Surface Roughness TR200*. Adapun spesifikasi alat *surface roughness TR200* antara lain:

Tabel 2.5 Spesifikasi *surface roughness TR200*

Model	TR200
<i>Roughness Parameters</i>	Ra, Rz, Ry, Rq, Rt, Rp, Rmax, Rv, R3z, RS, RSm, RSk, Rmr
<i>Assessed Profiles</i>	Primary Profile (P)
<i>Model</i>	TR200
<i>Unit</i>	mm, inch
<i>Display Resolution</i>	0,01 μm
<i>Measuring Range</i>	Ra: 0,025 – 12,5 μm
<i>Cut Off Length</i>	0,25 mm/ 0,8 mm/ 2,5 mm/Auto
<i>Max. Driving Length</i>	17,5 mm/0,7 inch
<i>Min. Driving Length</i>	1,3 mm/0,051 inch
<i>Accuracy</i>	$\leq + 10\%$
<i>Power</i>	Li-ion Battery Rechargeable
<i>Dimension (L x W x H)</i>	141 x 56 x 48 mm
<i>Weight</i>	480 gram

2.8 Analisa Varian (ANOVA) Dua Arah

Anova merupakan singkatan dari *analysis of varian* adalah salah satu uji komparatif yang digunakan untuk menguji perbedaan mean (rata-rata) data lebih dari dua kelompok. Ada dua jenis Anova, yaitu analisis varian satu faktor (*one way anova*) dan analisis varian dua faktor (*two ways anova*). ANOVA dua arah membandingkan perbedaan rata-rata antara kelompok yang telah dibagi pada dua

variabel independen yang selanjutnya disebut faktor. Anda perlu memiliki dua variabel independen berskala data kategorik dan satu variabel terikat berskala data kuantitatif.

Tabel 2.6 Tabel ANOVA

Sumber Keragaman (SK)	Jumlah Kuadrat (JK)	derajat bebas (db)	Kuadrat Tengah (KT)	f hitung	f tabel

$$JKT = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^k x_{ij}^2 - \frac{T_{**}^2}{rk}$$

$$JKB = \sum_{i=1}^r \frac{T_{i*}^2}{k} - \frac{T_{**}^2}{rk}$$

$$JKK = \sum_{j=1}^k \frac{T_{*j}^2}{r} - \frac{T_{**}^2}{rk}$$

$$JKG = JKT - JKB - JKK$$

- Menentukan jumlah kuadrat total

$$JKT = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^k x_{ij}^2 - \frac{T_{**}^2}{rk}$$

- Menentukan jumlah kuadrat pada faktor A

$$JKB = \sum_{i=1}^r \frac{T_{i*}^2}{k} - \frac{T_{**}^2}{rk}$$

- Menentukan jumlah kuadrat pada faktor B

$$JKK = \sum_{j=1}^k \frac{T_{*j}^2}{r} - \frac{T_{**}^2}{rk}$$

•

- Menentukan jumlah kuadrat interaksi a dan b

$$JK[BK] = \frac{\sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^k T_{ij*}^2}{n} - \frac{\sum_{i=1}^r T_{i**}^2}{kn} - \frac{\sum_{j=1}^k T_{*j*}^2}{rn} + \frac{T_{***}^2}{rkn}$$

- Menentukan jumlah kuadrat kemungkinan kesalahan (*error*)

$$JKG = JKT - JKA - JKB - JK_{A \times B}$$
- Menentukan derajat kebebasan total, yang diperoleh dari banyaknya pengujian yang dikurang 1:

$$v_t = r.k (n-1)$$
- Menentukan derajat kebebasan faktor A, yang merupakan jumlah level faktor A

$$u_a = r - 1$$
- Menentukan derajat kebebasan faktor B

$$u_b = k - 1$$
- Setelah *Mean Square* (MS) serta F_{hitung} (F) didapat, maka dengan tingkat keyakinan ($\alpha = 0,05$) dan derajat kebebasan yang diketahui maka dapat ditentukan F_{tabel} untuk masing-masing faktor dan interaksi dengan melihat tabel distribusi F pada lampiran
 Faktor A : $F_{tabel} = F_{(1-0,05) (2,27)} = 3,35413$
- Menghitung F_{hitung}
 Faktor A = $\frac{KTA}{KTG}$
 Faktor B = $\frac{KTB}{KTG}$
- Hasil perhitungan berdasarkan rumus diatas disajikan dalam bentuk tabel hasil perhitungan analisis varian (ANOVA)

Keterangan:

k = banyak kolom

r = banyak baris/blok

x_{ij} = data pada baris ke-I, kolom ke-j

T_{*j} = total jumlah kolom j

T_{i*} = total jumlah baris ke-i

T_{**} = total jumlah seluruh pengamatan