

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kualitas dari suatu bentuk dan kekasaran permukaan dari sebuah produk yang dihasilkan oleh mesin perkakas seperti mesin bubut memegang peranan yang penting. Sejalan dengan perkembangan ilmu dan teknologi, suatu hasil produksi harus diimbangi dengan peningkatan kualitas hasil produksi, khususnya pada proses produksi yang menggunakan mesin-mesin perkakas seperti mesin bubut, mesin bor, mesin frais dan mesin skrap. Adanya mesin perkakas produksi pembuatan komponen mesin akan semakin mudah dan efisien dengan ketelitian yang tinggi. (Boenasir. 1994. Mesin Perkakas Produksi. Semarang)

Mesin bubut konvensional merupakan mesin perkakas yang digunakan untuk menyayat atau memotong spesimen dengan gerak utamanya dengan cara berputar. Ada beberapa tuntutan yang harus dipenuhi dalam proses pemesinan, khususnya proses pembubutan yaitu ketepatan ukuran dan kualitas permukaan hal ini disebabkan oleh bentuk dan kekasaran permukaan produk tersebut berkaitan dengan gesekan, keausan, sistem pelumasan dan lain-lainnya. Setiap benda kerja hasil proses permesinan akan memiliki bentuk dan kekasaran permukaan tertentu seperti mengkilat, permukaan yang halus dan kasar. Kekasaran permukaan sebuah produk tidak harus memiliki nilai yang kecil, tetapi terkadang sebuah produk membutuhkan nilai kekasaran permukaan yang besar sesuai dengan fungsinya. Material yang digunakan seperti Aluminium 6061.

Sesuai prinsip dari proses pemakanan bubut yaitu pahat menyayat benda kerja untuk mendapatkan hasil yang diharapkan. Pada saat proses tersebut maka terjadilah gesekan antara pahat dan benda kerja itu dapat menimbulkan perpindahan panas. Perpindahan panas dari benda kerja suatu pemesinan memiliki pengaruh yang signifikan pada bagian temperatur dan akibat dari gaya potongan (Attia *et al.*,2016).

Penelitian terhadap tingkat kekasaran permukaan spesimen telah banyak dilakukan. Penelitian yang dilakukan oleh Kurniati & Rezki (2019) mengenai evaluasi cairan pendingin terhadap kekasaran permukaan pada proses milling CNC router aluminium sheet 1100. Penelitian ini membandingkan antara cairan pendingin minyak goreng dengan coolant bromus. Dari hasil penelitian tersebut diperoleh kekasaran permukaan yang terkecil terjadi pada parameter dengan gerak makan (f) 50 mm/min, kedalaman potong (a) 0,1 mm, dan pendingin minyak goreng terukur kekasaran permukaan 1,399 μm . Dapat diartikan bahwa pendingin menggunakan minyak goreng dengan gerak makan yang besar dengan kedalaman potong yang rendah sangat efektif untuk mengurangi nilai dari rata-rata kekasaran permukaan, sehingga menyebabkan permukaan menjadi lebih halus. Hal tersebut dikarenakan pendingin dengan menggunakan minyak goreng mampu memperbaiki kekasaran permukaan dari produk yang dihasilkan dan juga menunjukkan kemampuan penurunan nilai kekasaran yang lebih baik dibandingkan dengan cairan pendingin lainnya.

Untuk mendapatkan nilai kekasaran permukaan yang halus dari proses bubut dapat dilakukan dengan pemilihan mata pahat, media pendingin dan kedalaman potong yang sesuai dengan kebutuhan. Ketajaman dan kekuatan dari mata pahat sangat berpengaruh terhadap produk yang dihasilkan. Dalam tugas akhir ini difokuskan pada penggunaan beberapa media pendingin dan benda kerja untuk mengetahui pengaruh benda kerja terhadap kekasaran permukaan yang dihasilkan dan lamanya waktu pemotongan. Hasil proses pembubutan yang baik memiliki karakteristik bentuk yang baik, ukuran yang presisi serta kekasaran permukaan yang nilainya kecil (Gupta, Gupta & Mittal, 2009: 91).

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian untuk melihat pengaruh proses pemesinan terhadap kekasaran permukaan benda kerja. Untuk itu, penulis melakukan penelitian ini dengan judul “Analisa Pengaruh Media Pendingin Terhadap Kekasaran Permukaan Pada Pembubutan Adaptor Roda Dari Bahan Alumunium Menggunakan Pahat Karbida”.

1.2 Batasan Masalah

Agar masalah dalam penelitian ini lebih terarah tepat pada sasaran dan tidak menyimpang dari tujuan yang semula direncanakan sehingga mempermudah mendapatkan data dan informasi yang diperlukan, maka penulis menetapkan batasan-batasan masalah bahwa:

1. Spesimen yang digunakan pada penelitian ini adalah Alumunium 6061.
2. Proses permesinan yang digunakan adalah mesin bubut konvensional.

3. Pahat yang digunakan adalah pahat Insert Carbide DNMG 150402 .
4. Pengamatan waktu pada proses permesinan.
5. Pengujian kekasaran permukaan benda kerja menggunakan Surface Roughness SJ 210

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui nilai kekasaran permukaan akibat pengaruh media pendingin
2. Efek pemakanan kedalaman pembubutan terhadap kekasaran bahan

Alumunium 6061

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penyempurnaan kualitas permukaan pada produk.
2. Dapat memberikan kontribusi pada dunia pendidikan dari penelitian yang didapat bisa digunakan sebagai bahan rujukan.
3. Memberikan alternatif penghematan biaya dengan menggunakan bahan tersebut

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Proses Pembubutan

Proses bubut merupakan proses pengerjaan material dimana benda kerja dan alat pahat bergerak mendatar (searah meja/bed mesin), melintang atau membentuk sudut secara perlahan dan teratur baik secara otomatis ataupun manual. Pada proses pembubutan berlangsung, benda kerja berputar dan pahat disentuhkan pada benda kerja sehingga terjadi penyayatan. Penyayatan dapat dilakukan kearah kiri atau kanan, sehingga menghasilkan benda kerja yang berbentuk silinder.

Proses permesinan dilakukan untuk menciptakan produk melalui beberapa tahapan-tahapan dari bahan baku untuk diproses dengan cara-cara tertentu secara urut dan sistematis agar menghasilkan suatu produk yang diinginkan dan berguna sesuai fungsinya. (Marsyahyo : 2003). Proses pembubutan menghasilkan produk berbentuk silindris seperti piston pada mesin motor bakar. Piston biasanya terbuat dari aluminium, aluminium adalah logam non ferro yang banyak digunakan setelah besi, karena aluminium memiliki titik lebur yang rendah oleh karna itu aluminium yang digunakan dalam pembuatan komponen adalah aluminium yang di campur dengan unsur lain atau aluminium alloy (Bondan T.sofyan, 2010).

Proses pembubutan tidak terlepas dari komponen utamanya yaitu mesin bubut. Mesin bubut adalah suatu mesin perkakas yang digunakan untuk proses pemotongan benda kerja yang dilakukan dengan membuat sayatan pada benda kerja dimana pahat digerakkan secara translasi dan sejajar dengan sumbu dari benda kerja yang berputar (Syamsuddin, 1997).

Gerakan berputar dari benda kerja disebut gerak potong relatif dan gerakan translasi dari pahat disebut gerak makan (Feeding). (Taufiq Rochim, 1993). Fungsi utama mesin bubut adalah untuk memproduksi benda - benda berpenampang silinder, misalnya poros lurus, poros bertingkat, poros tirus, poros berulir.

2.2 Mesin Bubut Konvensional

Dalam konteks mesin bubut, "konvensional" merujuk pada jenis mesin bubut yang menggunakan metode pemesinan manual tradisional, tanpa kontrol otomatis atau komputer. Mesin bubut konvensional adalah alat yang bergantung pada keterampilan operator untuk mengatur dan mengontrol berbagai parameter pemesinan, seperti kecepatan putaran, kedalaman pemotongan, dan gerakan alat pemotong. 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.

Mesin bubut konvensional merupakan mesin bubut yang dioperasikan secara manual. Pengaturan alat pemotong, kecepatan, dan arah gerakan benda kerja dilakukan secara langsung oleh operator.

Mesin bubut merupakan salah satu mesin proses produksi yang dipakai untuk membentuk benda kerja yang berbentuk silindris, namun dapat juga dipakai untuk beberapa kepentingan lain. Pada prosesnya benda kerja terlebih dahulu dipasang pada *chuck* (pencekam) yang terpasang pada spindel mesin, kemudian spindel dan benda kerja diputar dengan kecepatan tertentu.

Alat potong (pahat) yang dipakai untuk membentuk benda kerja akan ditempelkan pada benda kerja yang berputar sehingga benda kerja terbentuk sesuai dengan ukuran yang dikehendaki. Pada perkembangannya ada jenis mesin bubut yang berputar alat potongnya, sedangkan benda kerjanya diam. Pada kelompok mesin bubut juga terdapat bagian-bagian otomatis dalam pergerakannya bahkan juga ada yang dilengkapi dengan layanan sistem otomatis, baik yang dilayani dengan sistem hidraulik ataupun elektrik. Mesin bubut konvensional ini cenderung memiliki batasan dalam hal kemampuan memproduksi detail yang sangat halus atau bentuk yang sangat kompleks.

Dibandingkan dengan mesin bubut CNC yang lebih canggih, mesin bubut konvensional biasanya memerlukan investasi awal yang lebih terjangkau. Hal ini membuatnya menjadi pilihan utama bagi perusahaan yang mungkin memiliki anggaran terbatas namun tetap membutuhkan alat yang dapat melakukan proses pemesinan.

2.2.1 Bagian-Bagian Utama Mesin Bubut Konvensional

Bagian-bagian utama dari mesin bubut konvensional meliputi komponen-komponen yang mendukung fungsi dan pengoperasian mesin tersebut. Berikut adalah penjelasan tentang bagian-bagian utama mesin bubut konvensional:.

1. Bagian Mekanik

Secara umum mesin bubut di kendalikan mekanik untuk mengatur dan memantau proses pemesinan

a. Bed (Meja)

Fungsi: Menyediakan dukungan stabil untuk komponen lainnya dan memastikan kesejajaran yang tepat selama pemesinan.

Deskripsi: Biasanya terbuat dari besi tuang yang berat untuk mengurangi getaran dan meningkatkan stabilitas.

b. Carriage

Fungsi: Menggerakkan pahat bubut di sepanjang bed untuk melakukan pemesinan.

Deskripsi: Memuat tool post dan dapat bergerak secara longitudinal dan transversal untuk memungkinkan berbagai gerakan pemotongan.

c. Tool Post

Fungsi: Menyediakan tempat untuk memasang dan mengatur pahat bubut.

Deskripsi: Dapat menampung berbagai jenis pahat bubut dan dapat disesuaikan posisinya untuk berbagai jenis pemesinan.

d. Tailstock

Fungsi: Mendukung ujung benda kerja yang lebih panjang dan dapat digunakan untuk pengeboran dan center drilling.

Deskripsi: Dapat digeser sepanjang bed untuk menyesuaikan posisi dan memberikan dukungan tambahan untuk benda kerja.

e. Headstock

Fungsi: Menggerakkan benda kerja dengan kecepatan yang dapat diatur.

Deskripsi: Terletak di bagian ujung bed dan berisi motor, gearbox, dan chuck yang memegang benda kerja. Headstock mengendalikan kecepatan putaran benda kerja.

f. Chuck

Fungsi: Memegang dan menahan benda kerja selama proses pemesinan.

Deskripsi: Tersedia dalam berbagai jenis, seperti chuck tiga rahang atau chuck empat rahang, yang dapat disesuaikan untuk memegang benda kerja dengan berbagai bentuk dan ukuran.

g. Feed Rod dan Lead Screw

Fungsi: Mengendalikan gerakan longitudinal dan transversal dari carriage dan tailstock.

Deskripsi: Feed rod menggerakkan carriage untuk pemesinan otomatis, sedangkan lead screw digunakan untuk pemotongan ulir dan thread cutting.

h. Cross Slide

Fungsi: Memungkinkan pergerakan pahat bubut secara transversal terhadap benda kerja.

Deskripsi: Bagian dari carriage yang dapat digeser secara melintang untuk mengatur kedalaman pemotongan.

i. Compound Rest

Fungsi: Memungkinkan pengaturan sudut dan posisi pahat bubut dengan presisi.

Deskripsi: Terletak di atas cross slide dan memungkinkan pahat bubut diposisikan pada sudut tertentu untuk pemesinan kontur atau profil khusus.

j. Gearing dan Speed Control

Fungsi: Mengatur kecepatan putaran benda kerja dan berbagai pengaturan pemesinan lainnya.

Deskripsi: Terdapat sistem gear dan kontrol yang memungkinkan operator mengubah kecepatan putaran spindle dan mengatur berbagai parameter pemesinan.

2. Langkah-Langkah Pemrograman Manual Pada Mesin Bubut Konvensional

Pemrograman adalah suatu urutan perintah yang disusun secara rinci.

1. Persiapan Benda Kerja

Pemasangan benda kerja pada chuck dengan menggunakan rahang chuck yang sesuai. Pastikan benda kerja terpasang dengan aman dan sejajar.

Penentuan Diameter: Ukur diameter benda kerja jika perlu dan tentukan ukuran yang diinginkan.

2. Pengaturan Alat Pemotong

Pemilihan Pahat: Pilih pahat bubut yang sesuai untuk jenis pemesinan yang diinginkan (misalnya, pahat pemotong untuk turning, pahat pengeboran, dll.).

Penempatan Pahat: Pasang pahat bubut pada tool post dan sesuaikan posisinya untuk pemesinan yang tepat.

3. Pengaturan Kecepatan Putaran

Pilih Kecepatan: Sesuaikan kecepatan putaran spindle mesin bubut sesuai dengan material benda kerja dan jenis pemotongan yang akan dilakukan. Ini biasanya dilakukan dengan mengatur pulley dan belt pada headstock.

4. Pengaturan Feed dan Depth of Cut

Feed Rate: Atur laju pemberian makan (feed rate) pada mesin bubut, yang menentukan seberapa cepat pahat bubut bergerak sepanjang benda kerja.

Kedalaman Pemotongan: Tentukan kedalaman pemotongan untuk setiap pass. Kedalaman ini bisa diatur secara manual dengan menggerakkan carriage dan cross slide.

5. Pengaturan Carriage dan Cross Slide

Gerakan Longitudinal: Sesuaikan gerakan longitudinal dari carriage menggunakan feed rod atau handwheel untuk pemesinan yang diinginkan.

Gerakan Transversal: Atur gerakan transversal dari cross slide untuk mengontrol kedalaman pemotongan dan bentuk kontur.

6. Pelaksanaan Proses Pemesinan

Mulai Mesin: Nyalakan mesin dan mulai pemesinan dengan memutar benda kerja dan menggerakkan pahat bubut sesuai dengan pengaturan yang telah dibuat.

Pengawasan: Awasi proses pemesinan untuk memastikan hasil yang sesuai dan lakukan penyesuaian jika diperlukan. Pantau kecepatan putaran, feed rate, dan kedalaman pemotongan selama proses.

7. Penyelesaian dan Pemeriksaan

Pemeriksaan: Setelah proses pemesinan selesai, periksa hasil pemesinan untuk memastikan bahwa dimensi dan kualitas sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan.

Pembersihan: Matikan mesin, lepaskan benda kerja, dan bersihkan area kerja serta mesin dari sisa-sisa material.

2.2.2 Mata Pahat

Pahat bubut digunakan untuk membentuk berbagai permukaan benda kerja melalui proses pembubutan. Terdapat berbagai jenis pahat bubut seperti pahat rata, pahat muka, pahat ulir, pahat luar, dan pahat dalam yang masing-masing memiliki bentuk dan fungsi tertentu sesuai dengan hasil yang diinginkan. Bahan pembuatan pahat bubut umumnya terdiri atas HSS dan carbide.

Kekerasan dan tahan terhadap gesekan yang rendah tidak diinginkan pada material pahat, sebab akan menyebabkan keausan pada material pahat tersebut. Keuletan yang rendah dan ketahanan thermal yang rendah akan mengakibatkan rusaknya pahat terhadap mata potong maupun retak mikro pada

pahat yang mengakibatkan kerusakan fatal pada pahat dan benda kerja. Sifat-sifat unggul diatas memang perlu dimiliki oleh material pahat. Akan tetapi tidak semua sifat tersebut dapat dipenuhi secara berimbang. sehingga dalam aplikasi tersebut suatu pahat membutuhkan karakteristik sebagai berikut :

1. *Hot hardness* (keras pada temperatur tinggi) sehingga dengan sifat ini kekerasan, kekuatan dan ketahanan aus dapat dipertahankan pada suhu yang dihadapi saat proses pemesinan.
2. *Toughness and impact strength* (sifat tahan terhadap beban kejut) dengan sifat ini beban impak pada proses pemotongan yang tidak diperhitungkan atau gaya akibat getaran dan chatter pada proses pemesinan tidak akan merusak pahat.
3. *Thermal shock resistance* (tahan terhadap perubahan temperatur secara tiba-tiba) hal ini diperlukan untuk menahan siklus laju perubahan temperatur.
4. *Wear resistance* (tahan aus) dengan ketahanan aus yang baik kriteria umur pahat dapat diterima sebelum pergantian diperlukan.
5. *Chemical stability* (Stabilitas kimia) berhubungan dengan material yang di mesin maka untuk meminimalisir efek samping, adhesi dan difusi geram yang memiliki kontribusi pada keausan pahat.

Pada penelitian ini adalah pahat yang digunakan dan akan dibahas yaitu jenis karbida namun pahat karbida tersebut dibagi lagi menjadi tiga tipe karbida :

- a. Karbida Tungsten (WC + Co), yang merupakan jenis pahat karbida untuk memotong besi tuang (cast iron cutting grade)

- b. Karbida Tungsten Paduan (WC – TiC + Co; WC – TaC - TiC + Co; WC – TaC + Co ; WC – TiC – TiN + C o; TiC + Ni, Mo) merupakan pahat karbida untuk pemotongan baja (steel cutting grade).
- c. Karbida berlapis (Coated Cemented Carbides), merupakan jenis karbida tungsten yang dilapisi karbida, nitrida atau oksida lain yang lebih rapuh tapi hot hardnessnya tinggi.

Karbida ini pertama kali dikenalkan oleh KRUPP WIDIA padatahun 1968 dan sampai saat ini banyak jenis karbida berlapis semangkin berkembang dan banyak dimanfaatkan dalam berbagai jenis permesinan. Lapisan dibuat dengan dua cara yaitu dengan proses PVD (physical Vapour Deposition) dan ptoss CVD (Chemical Vapour Deposition). Pelapisan secara CVD (Chemical Vapour Deposition) menghasilkan ikatan yang lebih kuat dari pada PVD (Physical Vapour Deposition). Bahan berlapis berguna untuk menghambat terjadinya difusi dan sebagi pelumas padat yang berfungsi untuk mereduksi gesekan dan panas tergenerasi selama proses pemotongan berlangsung. Pahat potong yang dilapisi dengan bahan berlapis mampu memberikan peningkatan kekerasan dan ketangguhan pahat sehingga dapat memperkecil gesekan dan aus pahat.

Demikian faktor-faktor pembubutan yang lain cukup berpengaruh terhadap hasil proses pemesinan.

- a. Gerak Makan, f (feed)

Gerak makan adalah jarak yang ditempuh oleh pahat setiap benda kerja berputar satu kali (Gambar 2.3) sehingga satuan f adalah mm/putaran. Gerak makan ditentukan berdasarkan kekuatan mesin, material benda kerja, material pahat,

bentuk pahat, dan terutama kehalusan permukaan yang diinginkan (Widarto. 2018:146). Pada kecepatan gerak pemakanan terdapat rumus yang mempermudah cara perhitungan untuk mendapatkan nilai rata-rata sesuai dengan ketentuan yang diinginkan.

$$F = f \times n \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan :

F : Kecepatan gerak pemakanan (mm/min)

f : Gerak makan atau bergesernya pahat (mm/rev)

N : Putaran mesin/kecepatan *spindle* (rpm)

b. Kedalaman Pemotongan (*Depth Of Cut*)

Kedalaman potong merupakan tebal bagian benda kerja yang dibuang dari benda kerja, atau jarak antara permukaan yang dipotong terhadap permukaan yang belum terpotong (lihat Gambar 2.2). Ketika pahat memotong sedalam a , maka diameter benda kerja akan berkurang $2a$, karena bagian permukaan benda kerja yang dipotong ada di dua sisi, akibat dari benda kerja yang berputar.

$$a = \frac{d_o - d_m}{2} \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan :

a : Kedalaman Pemotongan (mm)

d_o : Diameter Awal (mm)

d_m : Diameter Akhir (mm)

Menurut Sivaraman, et al (2012:160) bahwa dept of cut dan feeding adalah parameter penting yang mempengaruhi tingkat kekasaran mempunyai hubungan bahwa kedalaman pemakanan juga dapat dimaksud selisih antara diameter awal

sebelum pemakanan dengan diameter sesudah dilakukan pemakanan. Bahwa standar proses pembubutan pada kedalaman pemotongan dengan proses pengerjaan halus 0,38-2,29 mm dan pada proses pengerjaan kasar 4,75 – 9,53 mm.

c. Kecepatan *Spindle* (rpm)

Kecepatan putar (speed) selalu dihubungkan dengan sumbu utama (spindle) dan benda kerja. Kecepatan putar dinotasikan sebagai putaran per menit (rotation per minute, rpm). Pada gerak putar seperti pada mesin frais Kecepatan potongnya (C_s) adalah Keliling lingkaran benda kerja (π) dikalikan dengan putaran (n). Dalam menentukan kecepatan potong beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan antaralain: Akan tetapi yang diutamakan dalam proses bubut adalah kecepatan potong (cutting speed, v) atau kecepatan benda kerja dilalui oleh pahat/keliling benda kerja. Menurut Widarto (2018:243) secara sederhana kecepatan potong dapat digambarkan sebagai keliling benda kerja dikalikan dengan kecepatan putar, rumusnya sebagai berikut:

$$C_s = \frac{\pi d n}{1000} \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan :

C_s : Kecepatan Potong (m/menit)

d : Diameter Benda Kerja (mm)

n : Putaran Benda Kerja (Putaran/menit)

Bahan	Pahat Bubut HSS		Pahat Bubut Karbida	
	m/men	Ft/min	M/men	Ft/min
Baja lunak(<i>Mild Steel</i>)	18 – 21	60 – 70	30 – 250	100 – 800
Besi Tuang(<i>Cast Iron</i>)	14 – 17	45 – 55	45 - 150	150 – 500
Perunggu	21 – 24	70 – 80	90 – 200	300 – 700
Tembaga	45 – 90	150 – 300	150 – 450	500 – 1500
Kuningan	30 – 120	100 – 400	120 – 300	400 – 1000
Aluminium	90 - 150	300 - 500	90 - 180	b. – 600

Tabel 2.1 *Cutting Speed* Untuk bubut konvensional

Dalam menentukan besarnya kecepatan potong dan putaran mesin, selain dapat dihitung dengan rumus diatas juga dapat dicari pada tabel kecepatan potong pembubutan yang hasil pembacaannya mendekati dengan angka hasil perhitungan yaitu:

d. Waktu Permesinan (t_m)

Dalam membuat suatu produk atau komponen pada mesin bubut, lamanya waktu proses pemesinannya perlu diketahui/dihitung. Hal ini penting karena dengan mengetahui kebutuhan waktu yang diperlukan, perencanaan dan kegiatan produksi dapat berjalan lancar. Apabila diameter benda kerja, kecepatan potong dan kecepatan penyayatan/ penggeseran pahatnya diketahui, waktu pembubutan dapat dihitung. (Kementerian Kebudayaan dan Pendidikan, 2013:214).

Pada rumus di bawah menunjukkan bahwa, panjang total pembubutan (L) adalah panjang pembubutan muka ditambah start awal pahat (l_a), untuk nilai kecepatan pemakanan (F), dengan mengacu pada uraian sebelumnya $F = f.n$ (mm/putaran).

$$L = d^2 + Pa \dots \dots \dots (2.4)$$

Keterangan :

L : Panjang Total Pembubutan (mm)

d : Diameter Benda Kerja (mm)

P: Panjang Pembubutan Muka (mm)

la: Jarak Mulai Pahat (mm)

a : Kedalam Potong (mm)

v : Kecepatan potong (mm/min)

2.3 Cairan Pendingin

Secara umum fluida tau cairan adalah media pendingin yang digunakan untuk mendinginkan benda kerja dan alat potong pada saat proses permesinan. Digunakan pula untuk melumasi alat potong sehingga memiliki umur pakai yang lebih lama, cairan pendingin dalam beberapa kasus, mampu menurunkan gaya dan memperhalus permukaan produk hasil pemesinan. Selain itu, cairan pendingin juga berfungsi sebagai pembersih/pembawa beram (terutama dalam proses gerinda) dan melumasi elemen pembimbing (ways) mesin perkakas serta melindungi benda kerja dan komponen mesin dari korosi. Bagaimana cairan pendingin itu bekerja pada daerah kontak antara beram dengan pahat? Sebenarnya belumlah diketahui secara pasti mekanismenya. Secara umum dapat dikatakan bahwa peran utama cairan pendingin adalah untuk mendinginkan dan melumasi.

Dalam penelitian ini penulis menggunakan 3 (tiga) Media pendingin alternatif yang digunakan yaitu sebagai berikut :

a. Water Coolant

Secara umum coolant adalah pendingin yang digunakan untuk mendinginkan benda kerja dan alat potong seperti pada proses pemesinan. Digunakan pula untuk melumasi alat potong sehingga memiliki umur pakai yang lebih lama. Coolant merupakan cairan hasil campuran ethylene atau propylene glycol dan air. Berikut beberapa alasan mengapa water coolant sangat cocok digunakan dalam proses bubut aluminium:

1. Panas Berlebih dalam Proses Pemesinan

Aluminium, meskipun memiliki sifat konduktivitas termal yang tinggi, dapat mengalami pemanasan berlebih selama proses pemesinan, terutama saat kecepatan potong tinggi. Pemanasan berlebih ini dapat menyebabkan beberapa masalah, seperti deformasi termal, pengurangan akurasi dimensi, dan penurunan kualitas permukaan. Penggunaan water coolant membantu mendinginkan area pemotongan dengan cepat, mencegah overheating, dan mempertahankan suhu kerja yang optimal.

2. Mengurangi Gesekan dan Meningkatkan Kualitas Permukaan

Dalam proses pemesinan, terutama pada material lunak seperti aluminium, gesekan antara alat potong dan material harus diminimalkan untuk mendapatkan hasil akhir yang halus. Water coolant menyediakan pelumasan yang efektif, sehingga mengurangi gesekan dan menghasilkan permukaan yang lebih halus pada aluminium setelah proses bubut.

3. Pengendalian Serpihan (Chip Control)

Serpihan atau chip yang dihasilkan saat membubut aluminium cenderung panjang dan lengket, yang dapat mengganggu proses pemesinan jika tidak dikelola dengan baik. Penggunaan water coolant membantu memecah serpihan menjadi potongan yang lebih kecil dan mudah dikeluarkan dari area pemotongan. Ini juga meningkatkan efisiensi proses bubut karena mengurangi kemungkinan serpihan terjebak di antara alat potong dan benda kerja.

4. Efisiensi Biaya

Dibandingkan dengan media pendingin lain, water coolant sering kali lebih ekonomis karena menggunakan air sebagai komponen utamanya yang murah dan mudah tersedia. Campuran aditif di dalam water coolant meningkatkan sifat termal dan pelumasan tanpa memerlukan biaya yang sangat besar, menjadikannya pilihan yang hemat biaya untuk pemesinan aluminium.

b. Air Sumur

Air sumur adalah air yang berasal dari sumber alami di bawah tanah atau dari langsung sumber mata air dan sering digunakan di daerah yang memiliki akses terbatas ke air terdistribusi (seperti air PDAM). Beberapa karakteristik air sumur yang penting dalam konteks pemesinan adalah:

- Kandungan mineral: Air sumur biasanya mengandung berbagai mineral seperti kalsium, magnesium, dan besi, yang tergantung pada lokasi geografis sumber air. Kandungan mineral yang tinggi dapat memengaruhi performa pendinginan dan pelumasan, serta menimbulkan endapan pada alat potong dan benda kerja.

- pH air: pH air sumur cenderung bervariasi tergantung pada kondisi lingkungan sekitar. pH yang tidak stabil dapat menyebabkan korosi pada alat potong maupun permukaan benda kerja aluminium.
- Kemampuan pendinginan: Air sumur pada dasarnya memiliki kapasitas panas yang baik, artinya air dapat menyerap panas dari area pemotongan dengan cepat, namun tidak memiliki sifat pelumas yang signifikan.

C. Oli Sepeda Motor SAE 20W50

Oli SAE 20W50 adalah jenis oli pelumas dengan viskositas yang lebih tinggi, terutama pada suhu operasi yang tinggi. Kode SAE (Society of Automotive Engineers) menunjukkan tingkat viskositas oli dalam dua kondisi:

- 20W: Menunjukkan performa oli pada suhu rendah (W = Winter), di mana oli tetap cukup encer untuk sirkulasi pada suhu dingin.
- 50: Menunjukkan tingkat kekentalan oli pada suhu operasi tinggi, di mana oli tetap kental untuk melindungi mesin atau komponen pada suhu kerja tinggi.

Berikut kelebihan dari Oli SAE 20W50 sebagai Media Pendingin dalam Proses Bubut Aluminium:

1. Pelumasan yang baik

Salah satu keunggulan oli SAE 20W50 adalah kemampuannya memberikan pelumasan yang sangat baik pada area pemotongan. Pelumasan yang baik akan mengurangi gesekan antara alat potong dan benda kerja, mencegah terbentuknya built-up edge (lapisan aluminium yang menempel pada alat potong) dan memperpanjang umur alat potong.

Ini penting dalam proses pemesinan aluminium, di mana adhesi logam pada alat potong sering menjadi masalah.

2. Perlindungan Terhadap Korosi dan Oksidasi

Oli SAE 20W50 juga berfungsi sebagai pelindung terhadap korosi dan oksidasi, terutama pada kondisi lingkungan yang ekstrem. Ini memberikan keuntungan tambahan dalam proses pemesinan aluminium, terutama jika prosesnya dilakukan dalam jangka waktu lama atau di lingkungan yang lembab.

3. Viskositas Tinggi

Viskositas tinggi dari oli SAE 20W50 memungkinkan oli untuk tetap berada di area pemotongan lebih lama, memberikan pelumasan yang konsisten dan stabil pada suhu operasi yang tinggi. Namun, viskositas tinggi ini juga bisa menjadi kekurangan, karena dapat menghambat pendinginan efektif pada titik pemotongan. Dalam aplikasi tertentu, oli yang lebih encer mungkin lebih disukai jika pendinginan yang cepat lebih dibutuhkan daripada pelumasan.

2.4 Material Alumunium 6061

Alumunium memiliki jumlah yang sangat banyak, lebih dari 300 komposisi unsur paduan pada paduan alumunium. Semua jenis paduan alumunium mengandung Alumunium atau lebih unsur kimia yang mampu mempengaruhi sifat mekanik dari paduan tersebut. (ASM Metal Handbook Volume 9, 2004). Pada percobaan kali ini spesimen yang digunakan salah satunya alumunium 6061. Umumnya material alumunium jenis 6061 diaplikasikan untuk *automotif* dan alat-alat konstruksi karena memiliki *machine ability, corrosion*, konduktivitas *thermal* dan elektik yang cukup baik.

2.5 Karakteristik Alumunium 6061

Dari sekian banyak logam yang potensial, komposit matrik logam (MMCs) Paduan Al 6061 (tersusun atas Al, Mg, Si, Cr, Cu) telah menjadi obyek dari banyak riset, terutama oole keringannya, murah dan kemudahan untuk di fabrikasi (*Schwartz Mel M, 1992*). Al 6061 memiliki ketahanan korosi yang tinggi, karena logam ini sangat reaktif, Karena terbentuk lapisan oksida tipis pada permukaannya, sehingga jika bersentuhan dengan udara dan lapisan ini terkelupas maka akan segera terbentuk lapisan baru.

2.6 Keuntungan Alumunium 6061

Alumunium 6061 tentunya mempunyai keuntungan tersendiri.

Dibawah ini adalah beberapa keuntungan material Al 6061 yaitu :

1. Ketangguhan sangat tinggi (kekuatan tarik 12,6 kgf/mm)
2. Titik cair rendah (660 °C)
3. Ringan (berat jenis 2,70 g/m³)

4. Ringan (berat jenis 2,70 g/m³)
5. Tahan terhadap korosi
6. Mudah difabrikasi/dibentuk

Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Al
(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
0,6496	0,70	0,2487	0,1129	0,9290	0,1014	0,1196	0,181	sisia

Tabel 2.2 Komposisi Alumunium 6061

2.7 Kekasaran

Kekasaran permukaan adalah salah satu penyimpangan yang disebabkan oleh kondisi pemotongan dari proses pemesinan. Oleh karena itu, untuk memperoleh produk bermutu berupa tingkat kepresisian yang tinggi serta kekasaran permukaan yang baik, perlu didukung oleh proses pemesinan yang tepat. Karakteristik kekasaran permukaan dipengaruhi oleh faktor kondisi pemotongan dan geometri pahat. Untuk memperoleh profil suatu permukaan, digunakan suatu alat ukur yang disebut surface tester. Dimana jarum peraba (Stylus) dari alat ukur bergerak mengikuti lintasan yang berupa garis lurus dengan jarak yang ditentukan terlebih dahulu. Panjang lintasan disebut panjang pengukuran sesaat setelah jarum bergerak dan sesaat sebelum jarum berhenti, maka secara elektronik alat ukur melakukan perhitungan berdasarkan data yang diperoleh dari jarum peraba. Bagian dari panjang ukuran dilakukan analisa dari profil permukaan yang disebut sebagai panjang sampel.

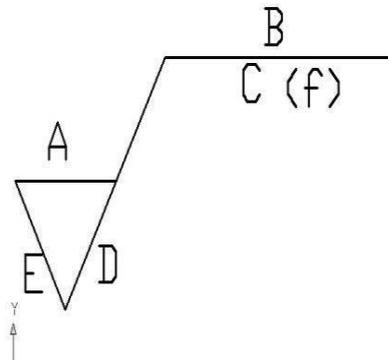
Parameter kekasaran yang biasa dipakai dalam proses produksi untuk mengukur kekasaran permukaan benda adalah kekasaran rata-rata (R_a). Harga R_a lebih sensitif terhadap perubahan atau penyimpangan yang terjadi pada proses pemesinan. Toleransi harga R_a , seperti halnya toleransi ukuran (lubang dan poros)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

Untuk bagian perencana kerja, bagian perhitungan biaya, maupun operator, harus mengetahui tingkat kekasaran permukaan, yang harus dicapai pada benda kerja Konfigurasi Kekasaran Permukaan, Menurut ISO 1302 - 1978 yang dimaksud dengan kekasaran permukaan adalah penyimpangan rata-rata aritmetik dari garis rata-rata profil. Definisi ini digunakan untuk menentukan harga dari rata-rata kekasaran permukaan.

Ada 3 parameter yang digunakan untuk menentukan kekasaran permukaan, yakni

- a. R_a adalah penyimpangan rata-rata dari garis rata-rata profil
- b. R_z adalah ketidak rataan ketinggian pada sepuluh titik
- c. R_{max} adalah ketidak rataan ketinggian maksimum.

Adapula Lambang pada gambar teknik kekasaran permukaan sebagai berikut :



Keterangan :

A : nilai kekasaran permukaan (R_a) atau tingkat kekasaran (n1-n12)

B : cara pengerjaan produksi atau pelapisan

C : panjang sampel contoh

D : arah bekas pengerjaan

E : ketebalan ukuran yang dikehendaki

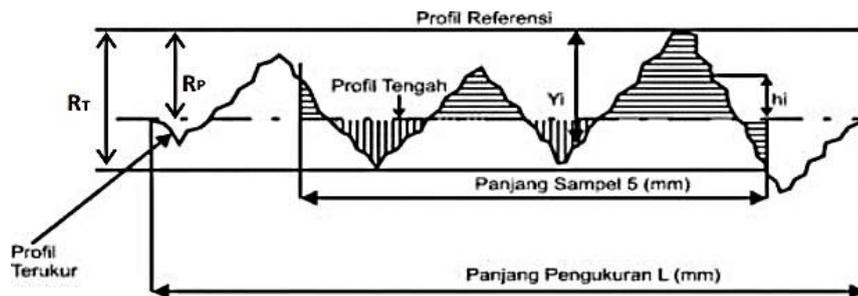
F : nilai kekasaran lain jika di perlukan

Nilai kualitas kekasaran permukaan terkecil dimulai dari N1 yang memiliki nilai kekasaran permukaan (R_a) $0,025 \mu\text{m}$ dan nilai yang paling tinggi adalah N12 dengan nilai kekasarannya $50 \mu\text{m}$ (Kalpakjian & Schmid, 2008).

4.2.1 Parameter Kekasaran Permukaan

Untuk mengukur kekasaran permukaan, sensor (stylus) alat ukur harus digerakkan mengikuti lintasan yang berupa garis lurus dengan jarak yang telah ditentukan. Panjang lintasan ini disebut dengan panjang pengukuran (traversing

length). Sesaat setelah jarum bergerak dan sesaat sebelum jarum berhenti alat ukur melakukan perhitungan berdasarkan data yang dideteksi oleh jarum peraba. Bagian permukaan yang dibaca oleh sensor alat ukur kekasaran permukaan disebut panjang sampel (Azhar, 2014).



Gambar 2.1 Profil Suatu Permukaan

Menurut Munadi pada Dasar-dasar Metrologi Industri (1988) dijelaskan beberapa bagian dari profil permukaan dari suatu permukaan, yaitu :

1. Profil Geometri Ideal (*Geometrically Ideal Profile*)

Profil ini merupakan profil dari geometris permukaan yang ideal yang tidak mungkin diperoleh dikarenakan banyaknya faktor yang mempengaruhi dalam proses pembuatannya.

2. Profil Referensi (*Reference Profile*)

Profil ini digunakan sebagai dasar dalam menganalisis karakteristik dari suatu permukaan.

3. Profil Terukur (*Measured Profile*)

Profil terukur adalah profil dari suatu permukaan yang diperoleh melalui proses pengukuran.

4. Profile Dasar (*Root Profile*)

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

5. Profile Tengah (*Centre Profile*)

Profil tengah adalah profil yang berada ditengah-tengah dengan posisi sedemikian rupa sehingga jumlah luas bagian atas profil tengah sampai pada profil terukur sama dengan jumlah luas bagian bawah profil tengah sampai pada profil terukur.

6. Kedalaman Total (*Peak to Valley*), R_t

Kedalaman total ini adalah besarnya jarak dari profil referensi sampai dengan profil dasar.

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

Kedalaman perataan (R_p) merupakan jarak rata-rata dari profil referensi sampai dengan profil terukur.

8. Kekasaran Rata-rata Aritnetis (*Mean Roughness Indec*), R_a

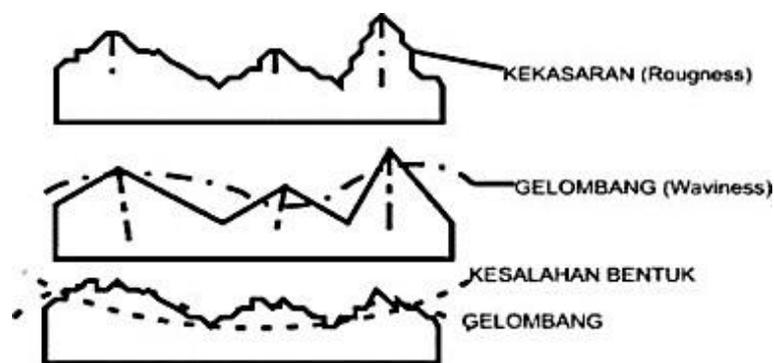
Kekasaran rata-rata merupakan harga-harga rata-rata secara aritmetis dari harga absolut antara harga profil terukur dengan profil tengah. Kekasaran Rata-rata Kuadratis (*Root Mean Square Height*), R_g Besarnya harga kekasaran rata-rata kuadratis ini adalah jarak kuadrat rata-rata dari harga profil terukur sampai dengan profil tengah.

4.2.2 Permukaan

Permukaan adalah suatu batas yang memisahkan benda padat dengan sekitarnya. Istilah lain yang berkaitan dengan permukaan yaitu profil. Profil atau

bentuk adalah garis hasil pemotongan secara normal atau serong dari suatu penampang permukaan (Munadi, 1988).

Bentuk dari suatu permukaan dapat dibedakan menjadi dua yaitu permukaan yang kasar (roughness) dan permukaan yang bergelombang (waviness). Permukaan yang kasar berbentuk gelombang pendek yang tidak teratur dan terjadi karena getaran pisau (pahat) potong atau proporsi yang kurang tepat dari pemakanan (feed)

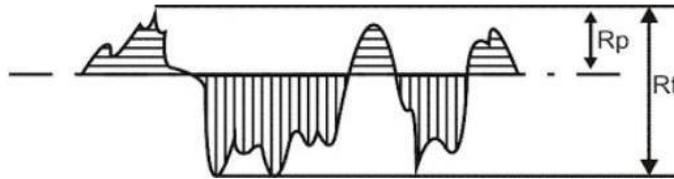


Gambar 2.2 Kekasaran , Gelombang, dan kesalahan Bentuk Pada Material pisau potong dalam proses pembuatannya. Sedangkan permukaan yang bergelombang mempunyai bentuk gelombang yang lebih panjang dan tidak teratur yang dapat terjadi karena beberapa faktor misalnya posisi senter yang tidak tepat, adanya gerakan tidak lurus (non linier) dari pemakanan (feed), getaran mesin, tidak imbangnya (balance) batu gerinda, perlakuan panas (heat treatment) yang kurang baik, dan sebagainya. Dari kekasaran (roughness) dan gelombang (wanivess) inilah kemudian timbul kesalahan bentuk (Munadi, 1988).

Adapun parameter untuk mengukur permukaan sebagai berikut:

- a. Kedalaman Total (Rt) Kedalaman total merupakan besarnya jarak dari profil referensi sampai profil dasar (μm).

- b. Kedalaman Perataan (R_p) Kedalaman perataan merupakan jarak rata-rata dari profil referensi sampai dengan profil terukur.
- c. Kekasaran Rata-rata aritmatik (R_a) Kekasaran rata-rata merupakan harga rata-rata secara aritmatik antara profil terukur dan profil tengah. Adapun cara mencari R_a adalah:



Gambar 2.3 Kedalaman Total Dan Kedalaman Permukaan

$$R_a = \frac{\text{Luas Daerah } (p) + \text{Luas Daerah } (q)}{L} \times \frac{1000}{V_v}$$

Keterangan :

R_a : Kekasaran Rata-Rata aritmatik

L : Panjang Sampel (mm)

V_v : Perbesaran Vertikal luas p dan q (mm)

2.8 Alat Ukur Kekasaran Permukaan

Alat ukur kekasaran permukaan yang digunakan adalah Surface Roughness Tester. Alat ini dapat digunakan untuk mengamati ataupun mengukur tingkat kekasaran dari suatu permukaan dengan standar ISO. Beberapa data yang dapat ditunjukkan oleh alat uji kekasaran permukaan ini adalah nilai parameter-parameter dari kekasaran permukaan dan grafik kekasaran permukaannya.

Kekasaran didefinisikan sebagai ketidakhalusan bentuk yang menyertai proses produksi yang disebabkan oleh pengerjaan mesin. Nilai kekasaran dinyatakan dalam Roughness Average (Ra). Ra merupakan parameter kekasaran yang paling banyak dipakai secara internasional.

Pengukuran kekasaran permukaan diperoleh dari sinyal pergerakan stylus berbentuk diamond untuk bergerak sepanjang garis lurus pada permukaan sebagai alat indicator pengukur kekasaran permukaan benda uji. Prinsip kerja dari Surface Roughness Tester adalah dengan menggunakan transducer dan diolah dengan microprocessor. Berikut langkah langkah pengerjaan dengan alat ini :

1. Benda uji diletakkan pada bidang yang datar.
2. Sejajarkan alat ukur permukaan tersebut di bidang material yang akan di uji.
3. Ujung dari dial indicator di set pada posisi stabil untuk melakukan pembacaan skala tekanan terhadap permukaan benda uji.
4. Tentukan seberapa panjang dari bagian benda ukur yang akan di uji kekasaran permukaannya, nantinya panjang inilah yang akan di lewati oleh dial indicator.
5. Apabila dial indicator telah melakukan pengukuran sepanjang jarak yang kita tentukan, nilai kekasaran permukaan akan tercatat, dan dapat dilihat dalam bentuk print out.
6. Sebelum dilakukan pengukuran, benda uji dan alat ukur telah diatur sehingga sedapat mungkin tidak terdapat kesalahan dalam pengukuran.