

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Mesin Bubut

Mesin bubut merupakan alat produksi yang sangat penting dalam dunia industri manufaktur, terutama dalam proses pembuatan komponen-komponen yang memiliki bentuk silindris. Mesin ini tidak hanya berfungsi untuk memotong, tetapi juga untuk membentuk dan menghasilkan produk dengan tingkat ketepatan yang tinggi. Terdapat beberapa jenis mesin bubut yang umum digunakan, di antaranya adalah mesin bubut konvensional, mesin bubut CNC (Computer Numerical Control), dan mesin bubut otomatis.

Mesin bubut konvensional biasanya digunakan untuk pekerjaan yang tidak terlalu kompleks dan lebih sederhana. Mesin ini mengandalkan keterampilan operator dalam mengatur kecepatan dan kedalaman potong. Sebagai contoh, dalam industri kecil atau workshop, mesin bubut konvensional sering digunakan untuk pembuatan komponen sederhana seperti poros dan flens. Di sisi lain, mesin bubut CNC menawarkan presisi yang jauh lebih tinggi dan dapat memproduksi komponen dengan bentuk yang lebih rumit secara otomatis. Penggunaan mesin bubut CNC semakin meningkat dalam beberapa tahun terakhir, dan menurut data dari Asosiasi Mesin Indonesia, penggunaan mesin bubut CNC meningkat sebesar 15% dalam lima tahun terakhir. Hal ini mencerminkan adopsi teknologi yang semakin luas dalam sektor manufaktur, di mana efisiensi dan akurasi menjadi prioritas utama.

Mesin bubut otomatis, yang sering digunakan dalam produksi massal, mengedepankan kecepatan dan efisiensi. Mesin ini mampu menjalankan proses

pemotongan secara otomatis dengan pengaturan yang telah ditentukan sebelumnya, sehingga mengurangi kemungkinan kesalahan manusia dan meningkatkan produktivitas secara keseluruhan. Sementara itu, mesin bubut CNC memungkinkan pengaturan dan pengendalian yang lebih tepat dan efisien, sehingga meningkatkan produktivitas dan akurasi dalam proses pemesinan (Sukardi, 2020)..

2.1.1 Jenis Jenis Mesin bubut

A. Mesin Bubut Konvensional

Mesin bubut konvensional adalah jenis mesin bubut yang pengoperasiannya masih mengandalkan tenaga manusia untuk mengatur gerakan pahat dan benda kerja secara manual. Mesin ini tidak dilengkapi dengan sistem kontrol otomatis seperti pada mesin bubut CNC (Computer Numerical Control).



Gambar 2. 1 Mesin Bubut Konvensional
(Sumber : Supriadi, 2024)

A. Mesin Bubut CNC

Mesin bubut CNC (Computer Numerical Control) adalah mesin bubut yang dilengkapi dengan sistem kontrol numerik berbasis komputer untuk mengatur

pergerakan sumbu, kecepatan spindle, pemakanan, dan posisi pahat secara otomatis berdasarkan program yang telah dibuat.

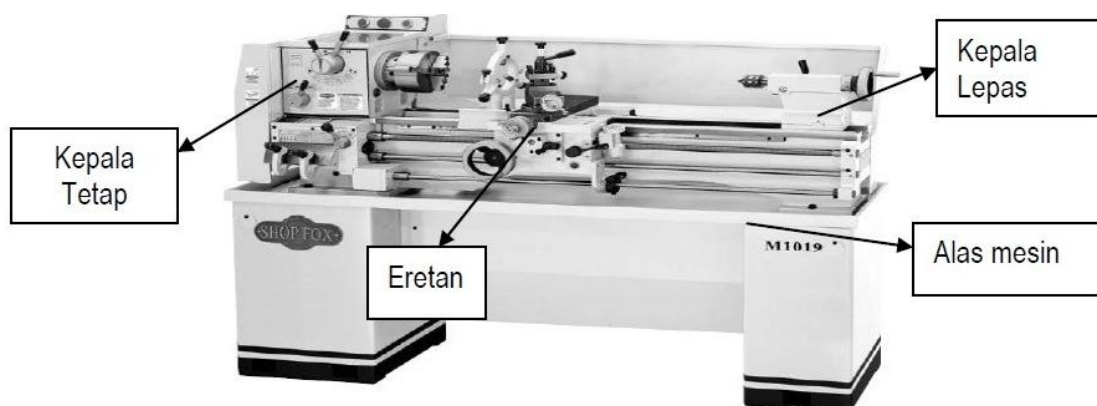


Gambar 2. 2 Mesin Bubut CNC
(Sumber: Sutrisno, 2022)

2.1.2 Bagian bagian mesin bubut

Mesin bubut terdiri dari beberapa bagian penting yang mendukung fungsinya dalam proses pemotongan. Bagian utama dari mesin bubut meliputi meja mesin (bed), kepala tetap (headstock), eretan (carriage), dan kepala lepas (tailstock). Meja mesin berfungsi sebagai dasar yang stabil untuk semua komponen lainnya dan memberikan dukungan selama proses pemotongan. Stabilitas meja sangat penting untuk mengurangi getaran yang dapat mempengaruhi hasil akhir dari proses pembubutan. Meja yang terbuat dari bahan yang kuat dan berat, seperti besi cor, mampu menyerap getaran dan memberikan fondasi yang kokoh bagi operasi mesin (Budi, 2021).

Mesin bubut konvensional terdiri dari beberapa bagian utama yang bekerja secara terintegrasi untuk memungkinkan proses pemesinan berjalan dengan baik. Setiap bagian memiliki fungsi spesifik yang mendukung operasi pemotongan benda kerja. Berikut ini adalah uraian umum mengenai bagian-bagian utama mesin bubut konvensional menurut Mochammad, Sholeh (2021):



Tabel 2. 3 Bagian bagian Mesin Bubut
(Sumber : Sutrisno 2022)

1. Meja Mesin (Bed Machine)

Meja mesin adalah komponen yang paling mendasar dari mesin bubut, berfungsi sebagai struktur utama yang menopang semua bagian lainnya. Meja ini biasanya terbuat dari besi cor yang memiliki daya tahan tinggi dan stabilitas yang baik. Stabilitas meja sangat penting untuk mengurangi getaran yang dapat mempengaruhi hasil akhir dari proses pembubutan. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Yulianto (2022), ditemukan bahwa meja mesin yang stabil dapat mengurangi kekasaran permukaan hingga 20% dibandingkan dengan meja yang kurang stabil.

Panjang dan lebar meja mesin juga berpengaruh terhadap ukuran benda kerja yang dapat diproses. Meja yang lebih panjang memungkinkan pemrosesan benda kerja yang lebih besar, sedangkan meja yang lebih lebar memberikan ruang yang lebih untuk pengaturan alat dan pahat. Misalnya, dalam industri pembuatan komponen besar seperti turbin, meja mesin yang panjang dan lebar sangat diperlukan untuk mendukung beban dan memberikan ruang yang cukup bagi alat pemotong untuk bergerak dengan bebas.

Desain meja mesin juga harus mempertimbangkan faktor ergonomis, sehingga operator dapat bekerja dengan nyaman dan efisien. Meja yang dirancang dengan baik akan memudahkan operator dalam mengakses bagian-bagian mesin, serta melakukan pengaturan dan perawatan dengan lebih mudah. Ini juga akan mengurangi risiko kecelakaan kerja yang dapat terjadi akibat posisi kerja yang tidak ergonomis.

2. Kepala Tetap (headstock)

Kepala tetap adalah bagian mesin bubut yang berfungsi untuk memutar benda kerja. Komponen ini dilengkapi dengan motor dan sistem transmisi yang memungkinkan pengaturan kecepatan putar sesuai dengan kebutuhan proses pemotongan. Kecepatan putar yang tepat sangat penting untuk mencapai hasil yang optimal, baik dari segi dimensi maupun kekasaran permukaan. Penggunaan pahat karbida tungsten pada kepala tetap juga berpengaruh terhadap efisiensi pemotongan. Pahat jenis ini dikenal karena ketahanannya yang tinggi terhadap keausan dan kemampuannya untuk mempertahankan ketajaman dalam waktu yang lama (Halim, 2020).

Dalam studi yang dilakukan oleh Prasetyo (2021), ditemukan bahwa penggunaan pahat karbida tungsten pada kecepatan putar yang tepat dapat meningkatkan produktivitas hingga 30% dibandingkan dengan pahat konvensional. Hal ini menunjukkan bahwa pemilihan alat potong yang tepat, dikombinasikan dengan pengaturan kecepatan yang sesuai, dapat memberikan dampak signifikan terhadap efisiensi proses produksi.

Selain itu, kepala tetap juga harus dirawat dengan baik agar tetap berfungsi secara optimal. Kebersihan dan pelumasan yang baik pada bagian ini akan mencegah terjadinya kerusakan dan memperpanjang umur mesin. Dalam praktiknya, operator harus rutin memeriksa kondisi kepala tetap dan melakukan perawatan sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan.

3. Eretan (Carriage)

Eretan adalah bagian yang bergerak pada mesin bubut, berfungsi untuk menggerakkan pahat ke arah sumbu benda kerja. Eretan terdiri dari beberapa komponen, termasuk sistem penggerak dan pengatur kedalaman potong. Pengaturan kedalaman potong yang tepat sangat penting untuk menghindari kerusakan pada benda kerja dan memastikan hasil akhir yang halus. Dalam praktiknya, kecepatan dan akurasi pergerakan eretan akan mempengaruhi kekasaran permukaan dari benda kerja.

Sebuah penelitian menunjukkan bahwa pergerakan eretan yang lebih lambat dapat menghasilkan permukaan yang lebih halus, namun dengan waktu pemotongan yang lebih lama. Sebaliknya, pergerakan yang lebih cepat dapat meningkatkan produktivitas tetapi berisiko menghasilkan permukaan yang lebih

kasar (Wibowo, 2021). Oleh karena itu, penting untuk menemukan keseimbangan yang tepat antara kecepatan dan kualitas hasil akhir.

Eretan juga harus dirawat dengan baik, karena komponen ini seringkali mengalami gesekan dan keausan. Pelumasan yang tepat dan pemeriksaan berkala akan membantu menjaga kinerja eretan agar tetap optimal. Selain itu, pemahaman yang baik tentang cara kerja eretan akan membantu operator dalam mengoptimalkan proses pembubutan dan menghasilkan produk yang berkualitas tinggi.

4. Kepala Lepas (tailstock)

Kepala lepas (tailstock) adalah bagian mesin bubut yang terletak di ujung kanan bed, berlawanan dengan kepala tetap. Tailstock dapat digeser dan dikunci di sepanjang rel bed sesuai panjang benda kerja, berfungsi untuk menopang ujung benda kerja, menjadiudukan alat bantu, seperti mata bor (drill chuck), reamer, atau center drill dan digunakan dalam proses pengeboran, reaming, dan tapping secara sumbu lurus dengan spindle. Kepala lepas memungkinkan pengguna untuk memasukkan pahat dan melakukan pengaturan kedalaman potong. Setiap bagian mesin bubut memiliki peran yang sangat penting dalam menentukan kualitas hasil akhir dari proses pembubutan, termasuk kekasaran permukaan dan dimensi dari produk yang dihasilkan. Dengan demikian, pemahaman yang mendalam tentang fungsi dan interaksi antar bagian mesin bubut menjadi sangat penting bagi operator untuk mencapai hasil yang optimal. Proses ini sangat penting dalam pembuatan komponen presisi, di mana ketepatan posisi lubang sangat krusial. operator dapat melakukan pengeboran, reaming, dan tapping secara sumbu lurus dengan spindle.

2.2. Stainless steel

Stainless steel adalah paduan logam berbasis besi (Fe) yang mengandung minimal 10,5% kromium (Cr), yang berfungsi membentuk lapisan pasif oksida kromium di permukaan logam. Lapisan ini memberikan ketahanan terhadap korosi dan oksidasi. Penambahan unsur lain seperti nikel (Ni), molibdenum (Mo), dan mangan (Mn) dapat meningkatkan sifat mekanik dan ketahanan terhadap lingkungan ekstrem. Stainless steel memiliki sifat unggul seperti tahan korosi, kekuatan mekanik tinggi, mudah dibersihkan, dan tahan terhadap suhu tinggi. Oleh karena itu, banyak digunakan dalam industri makanan, kimia, farmasi, alat medis, dan konstruksi. SS 304, misalnya, merupakan paduan 18% Cr dan 8% Ni yang banyak digunakan dalam peralatan dapur, tangki penyimpanan, dan penukar panas. Sementara SS 316, dengan tambahan Mo, lebih tahan terhadap korosi di lingkungan laut dan kimia agresif. Dalam pengolahan stainless steel, proses pembubutan menjadi sangat penting untuk mencapai dimensi yang akurat dan permukaan yang halus. Namun, proses ini juga memiliki tantangan tersendiri, karena stainless steel memiliki tingkat kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan dengan material lainnya. Hal ini memerlukan penggunaan pahat yang tepat dan pengaturan kecepatan putar yang sesuai untuk menghindari keausan yang cepat pada alat potong (Fauzi, 2021).

Statistik menunjukkan bahwa penggunaan stainless steel dalam industri meningkat sebesar 10% per tahun, terutama di sektor makanan dan minuman, di mana sifat tahan karatnya sangat dibutuhkan (Asosiasi Stainless Steel Indonesia, 2022). Oleh karena itu, pemahaman tentang teknik pemotongan yang efektif untuk

stainless steel sangat penting bagi para insinyur dan teknisi di lapangan. Mengingat sifat material yang unik ini, penelitian lebih lanjut tentang teknik pemotongan yang optimal dan alat yang tepat menjadi sangat relevan untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas produk.

2.3. Alat Ukur pada proses kerja mesin Bubut

Alat ukur memainkan peranan penting dalam menjamin kualitas produk akhir dalam proses pemesinan. Alat ukur yang umum digunakan dalam mesin bubut termasuk mikrometer, caliper, dan gauge. Mikrometer digunakan untuk mengukur diameter benda kerja dengan akurasi yang sangat tinggi, sedangkan caliper dapat digunakan untuk mengukur dimensi luar dan dalam dengan lebih fleksibel. Menurut Sari dan Budi (2021), penggunaan alat ukur yang tepat dapat mengurangi tingkat kesalahan dalam produksi dan meningkatkan kepuasan pelanggan. Dalam industri otomotif, misalnya, penggunaan mikrometer untuk mengukur diameter poros sangat penting untuk memastikan bahwa komponen dapat dipasang dengan baik dan berfungsi dengan baik.

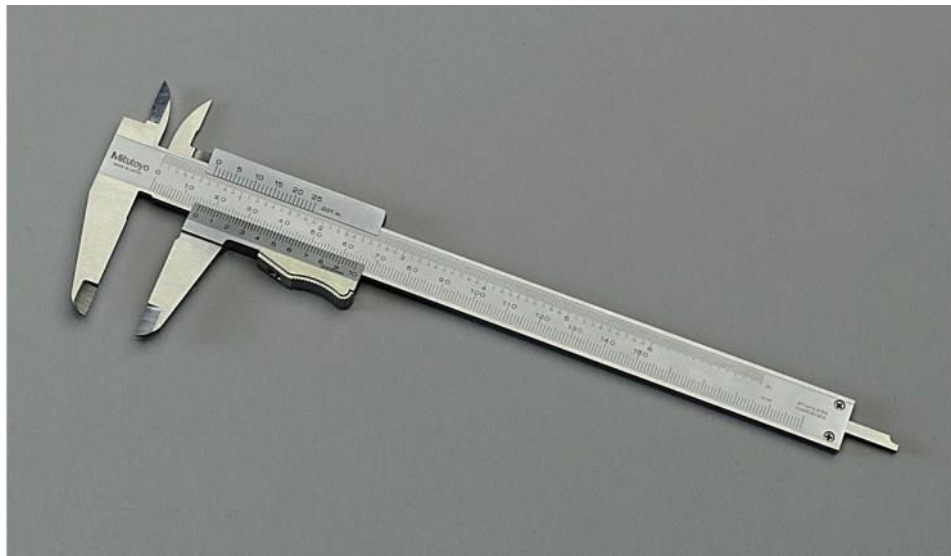
Penggunaan gauge juga sangat penting untuk memastikan bahwa ukuran dan bentuk benda kerja sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan. Misalnya, dalam industri otomotif, kesalahan sekecil apapun dalam ukuran komponen dapat berakibat fatal dan menyebabkan kerugian yang besar. Oleh karena itu, penerapan sistem pengukuran yang baik sangat dianjurkan untuk menjamin kualitas produk (Hendrawan, 2021). Selain itu, teknologi pengukuran modern seperti laser dan sensor elektronik juga mulai digunakan dalam proses pemesinan. Teknologi ini memungkinkan pengukuran yang lebih cepat dan akurat, serta dapat mengurangi

waktu setup. Data dari Lembaga Penelitian dan Pengembangan Industri (2022) menunjukkan bahwa perusahaan yang mengadopsi teknologi pengukuran modern mengalami peningkatan efisiensi produksi hingga 30%.

Berikut beberapa alat ukur untuk menunjang pada saat pembubutan :

1. Jangka Sorong (Vernier Caliper)

Jangka sorong digunakan untuk mengukur panjang, diameter luar dan dalam, serta kedalaman benda kerja. Alat ini memiliki dua skala: skala utama dan skala nonius, dengan ketelitian hingga 0,02 mm. Versi digital dari alat ini juga tersedia untuk memudahkan pembacaan.



Gambar 2. 4 Jangka Sorong
(Sumber : Nathan, 2019)

2. Mikrometer (Micrometer Screw Gauge)

Fungsi Mikrometer (Micrometer Screw Gauge) adalah untuk mengukur dimensi benda kerja dengan tingkat ketelitian yang sangat tinggi, terutama pada bagian-bagian kecil dan presisi seperti diameter luar, diameter dalam, dan kedalaman.



Gambar 2. 5 Micrometer
(Sumber : Nathan, 2019)

3. Dial Indicator

Dial indicator digunakan untuk mengukur penyimpangan posisi atau run-out pada benda kerja yang berputar. Alat ini sangat penting dalam proses penyetelan benda kerja di cekam agar presisi pembubutan terjaga.



Gambar 2. 6 Dial Indicator
(Sumber: Michael, 2018)

4. Feeler Gauge

Feeler gauge digunakan untuk mengukur celah kecil antara dua permukaan, misalnya antara pahat dan benda kerja. Alat ini terdiri dari lembaran logam tipis dengan ketebalan berbeda-beda.



Gambar 2. 7 Feeler Gauge
(Sumber: , 2020)

5. Thread Gauge

Thread gauge digunakan untuk mengidentifikasi jenis dan ukuran ulir pada benda kerja. Terdapat dua jenis utama: thread pitch gauge dan ring/plug gauge.



Gambar 2. 8 Thread Gauge
(Sumber: Monotaro, 2023)

6. Surface Roughness Tester

Alat ini digunakan untuk mengukur kekasaran permukaan hasil pembubutan. Kekasaran permukaan merupakan indikator penting dalam kontrol kualitas akhir dari benda kerja.



Gambar 2. 9 Surface Roughness Tester
(Sumber : Andrie,2020)

7. Vibrometer (Vibration Meter)

Vibrometer (Vibration Meter) adalah alat ukur yang digunakan untuk mendeteksi dan mengukur getaran mekanis, mengukur amplitudo, frekuensi, dan percepatan getaran pada suatu objek, seperti mesin bubut.



Gambar 2. 3 Vibration meter
(Sumber : Daniel, 2020)

2.4. Pahat Carbide tungsten

Pahat carbide tungsten adalah salah satu jenis pahat yang paling banyak digunakan dalam industri pemesinan. Material ini terbuat dari campuran tungsten carbide dan kobalt, yang memberikan kekuatan dan ketahanan yang tinggi terhadap keausan. Menurut Rachman (2021), pahat ini sangat cocok untuk pemesinan material keras seperti stainless steel, karena mampu mempertahankan ketajaman dan kekerasan pada suhu tinggi. Misalnya, dalam pemesinan komponen mesin yang terbuat dari stainless steel, penggunaan pahat carbide tungsten dapat mengurangi waktu pemesinan dan meningkatkan kualitas permukaan.



*Gambar 2. 4 Pahat Carbide Tungsten
(Sumber: Muhammad Reza Furqoni, 2022)*

Penggunaan pahat carbide tungsten juga berpengaruh pada kualitas permukaan benda kerja. Penelitian oleh Nugroho (2022) menunjukkan bahwa penggunaan pahat ini dapat menghasilkan permukaan yang lebih halus dengan

kekasaran yang lebih rendah dibandingkan dengan pahat konvensional. Hal ini sangat penting dalam aplikasi yang memerlukan toleransi tinggi, seperti komponen mesin dan alat medis. Namun, biaya pahat carbide tungsten cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan pahat konvensional. Meskipun demikian, investasi dalam pahat ini sering kali sebanding dengan hasil yang diperoleh, terutama dalam hal efisiensi dan kualitas produk akhir. Data dari Asosiasi Produsen Pahat Indonesia (2022) menunjukkan bahwa penggunaan pahat carbide tungsten dapat meningkatkan produktivitas hingga 25% dalam proses pemesinan. Namun, penting untuk dicatat bahwa pemilihan pahat yang tepat harus disesuaikan dengan jenis material yang dipotong dan kondisi mesin. Misalnya, untuk stainless steel yang lebih keras, pahat dengan sudut pemotongan tertentu dan pelapisan khusus mungkin diperlukan untuk mencapai hasil yang optimal (Hendro, 2020). Dengan pemahaman yang baik tentang karakteristik material dan alat potong, operator dapat meningkatkan produktivitas dan kualitas hasil akhir dari proses pembubutan.

2.5. Kecepatan Putar

Kecepatan putar pada mesin bubut, yang diukur dalam revolusi per menit (rpm), adalah parameter penting yang mempengaruhi kualitas permukaan, efisiensi pemesinan, dan umur alat potong. Menurut penelitian oleh Smith et al. (2020), "Kecepatan putar yang optimal dapat meningkatkan kualitas permukaan benda kerja dan memperpanjang umur alat potong, sementara kecepatan putar yang terlalu tinggi dapat menyebabkan kerusakan alat dan benda kerja akibat peningkatan suhu yang berlebihan." Oleh karena itu pemilihan kecepatan putar yang tepat harus mempertimbangkan, untuk mendapatkan kualitas yang maksimal.

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kecepatan putaran dalam proses pembubutan. Berikut adalah beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan :

1. Jenis Material

Jenis material yang sedang dibubut sangat mempengaruhi kecepatan putaran yang optimal. Dalam dunia pemesinan, pemahaman yang mendalam tentang karakteristik material yang sedang diproses adalah kunci untuk mencapai hasil yang maksimal. Setiap material memiliki sifat fisik dan mekanik yang unik, yang secara langsung mempengaruhi cara material tersebut berinteraksi dengan alat pemotong. Misalnya, material yang lebih keras, seperti baja karbon tinggi atau titanium, cenderung memerlukan kecepatan putaran yang lebih rendah. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa alat pemotong yang digunakan untuk memotong material keras akan mengalami keausan yang lebih cepat jika digunakan pada kecepatan tinggi. Sebaliknya, material yang lebih lunak, seperti aluminium atau tembaga, dapat diproses dengan kecepatan putaran yang lebih tinggi tanpa risiko keausan yang signifikan pada alat pemotong.

Kecepatan putaran yang optimal tidak hanya bergantung pada kekerasan material, tetapi juga pada sifat-sifat lain seperti ketahanan terhadap panas, konduktivitas termal, dan kemampuan untuk dibentuk. Misalnya, aluminium memiliki konduktivitas termal yang tinggi, yang berarti bahwa panas yang dihasilkan selama proses pemotongan dapat disebarkan dengan cepat. Ini memungkinkan penggunaan kecepatan putaran yang lebih tinggi tanpa menyebabkan kerusakan pada material atau alat. Di sisi lain, bahan seperti baja tahan karat, meskipun tidak sekeras baja karbon, dapat menghasilkan panas yang

lebih tinggi selama pemotongan, sehingga memerlukan pengaturan kecepatan yang lebih hati-hati untuk mencegah deformasi atau kerusakan pada bagian yang sedang diproses.

Dalam praktiknya, setiap jenis material memiliki kecepatan putaran yang direkomendasikan yang dapat ditemukan dalam tabel referensi atau panduan pemotongan. Tabel ini biasanya mencakup informasi tentang jenis material, sifat-sifat mekaniknya, dan kecepatan putaran yang optimal untuk berbagai jenis alat pemotong. Misalnya, tabel tersebut mungkin menunjukkan bahwa untuk pemotongan baja karbon, kecepatan putaran yang direkomendasikan adalah antara 100 hingga 200 RPM, sementara untuk aluminium, kecepatan putaran yang optimal bisa mencapai 1000 RPM atau lebih. Dengan menggunakan tabel ini, operator mesin dapat dengan mudah menentukan pengaturan yang tepat untuk mencapai hasil pemotongan yang optimal.

Sebagai contoh, mari kita lihat proses pemotongan pada material titanium. Titanium dikenal sebagai material yang sangat kuat dan tahan korosi, namun juga memiliki tingkat kehardan yang tinggi. Ketika dibubut, titanium cenderung menghasilkan panas yang lebih tinggi dibandingkan dengan material lain jika diproses pada kecepatan yang tidak tepat. Oleh karena itu, operator biasanya akan memilih kecepatan putaran yang lebih rendah, sering kali di bawah 100 RPM, untuk mengurangi risiko keausan alat dan meningkatkan umur pakai alat pemotong. Dalam hal ini, pemilihan kecepatan yang tepat tidak hanya berpengaruh pada kualitas permukaan akhir dari produk yang dihasilkan, tetapi juga pada efisiensi proses pemesinan secara keseluruhan.

2. Ukuran dan bentuk pisau pemotong

Ukuran dan bentuk pisau pemotong memiliki peranan yang sangat penting dalam proses pemotongan, khususnya dalam konteks pemotongan logam atau material keras lainnya. Dalam industri manufaktur, pemilihan pisau yang tepat dapat menentukan efisiensi dan kualitas hasil akhir produk. Pisau potong yang lebih kecil, misalnya, sering kali dirancang dengan sudut potong yang lebih tajam. Hal ini memungkinkan pisau untuk menembus material dengan lebih mudah, sehingga memerlukan kecepatan putaran yang lebih tinggi untuk mencapai hasil yang optimal. Sebagai contoh, dalam aplikasi pemotongan presisi seperti pembuatan komponen elektronik, pisau dengan dimensi kecil dan sudut tajam dapat menghasilkan potongan yang lebih bersih dan akurat, yang sangat penting untuk memastikan bahwa komponen tersebut dapat berfungsi dengan baik dalam rangkaian yang lebih besar.

Di sisi lain, pisau pemotong yang lebih besar atau memiliki sudut potong yang lebih besar biasanya memerlukan kecepatan putaran yang lebih rendah. Hal ini disebabkan oleh beban yang lebih besar yang ditanggung oleh pisau saat melakukan pemotongan. Misalnya, dalam pemotongan bahan yang lebih tebal atau keras, seperti baja, penggunaan pisau besar dengan sudut potong yang lebih tumpul akan lebih efektif jika dijalankan pada kecepatan yang lebih rendah. Kecepatan yang terlalu tinggi dapat menyebabkan keausan yang cepat pada pisau dan bahkan dapat mengakibatkan kerusakan pada material yang sedang dipotong. Oleh karena itu, pemahaman yang mendalam tentang ukuran dan bentuk pisau pemotong sangat penting untuk mencapai keseimbangan antara kecepatan dan kualitas pemotongan.

3. Kedalaman pemotongan

Kedalaman pemotongan juga merupakan faktor krusial yang mempengaruhi kecepatan putaran yang optimal. Dalam praktiknya, kedalaman pemotongan yang lebih dalam sering kali memerlukan kecepatan putaran yang lebih rendah. Hal ini disebabkan oleh peningkatan beban yang diterima oleh pisau pemotong; jika kecepatan terlalu tinggi, ada risiko besar terjadinya kerusakan pada pisau atau bahkan pada mesin itu sendiri. Misalnya, dalam proses pemotongan material yang memiliki ketebalan lebih dari 10 mm, pengaturan kecepatan yang tepat menjadi sangat penting untuk memastikan bahwa pisau dapat melakukan pemotongan dengan akurat tanpa mengalami kerusakan. Di sisi lain, pemotongan yang lebih dangkal, seperti pada material tipis, dapat dilakukan dengan kecepatan putaran yang lebih tinggi. Ini tidak hanya meningkatkan efisiensi proses pemotongan, tetapi juga dapat mengurangi waktu siklus produksi secara keseluruhan..

4. Kondisi mesin dan kestabilan

Selain itu, kondisi mesin dan kestabilan juga memainkan peranan penting dalam menentukan kecepatan putaran yang optimal. Mesin bubut yang baik dan stabil mampu beroperasi pada kecepatan yang lebih tinggi tanpa menghasilkan getaran yang berlebihan. Getaran yang terjadi selama proses pemotongan dapat menyebabkan hasil yang tidak akurat dan bahkan dapat merusak pisau pemotong. Sebagai contoh, mesin yang sudah tua atau tidak terawat dapat mengalami masalah kestabilan yang signifikan, sehingga memaksa operator untuk menurunkan kecepatan putaran agar tidak terjadi kerusakan pada material atau alat pemotong. Oleh karena itu, penting bagi operator untuk selalu memeriksa kondisi mesin

sebelum memulai proses pemotongan. Hal ini tidak hanya akan memastikan bahwa mesin berfungsi dengan baik, tetapi juga akan meningkatkan umur pisau pemotong dan kualitas hasil akhir produk.

Secara keseluruhan, ukuran dan bentuk pisau pemotong, kedalaman pemotongan, serta kondisi mesin dan kestabilan merupakan faktor-faktor yang saling terkait yang harus diperhatikan secara cermat dalam proses pemotongan. Memahami hubungan antara faktor-faktor ini akan membantu dalam menentukan kecepatan putaran yang optimal, yang pada gilirannya akan meningkatkan efisiensi dan kualitas pemotongan. Dengan memperhatikan semua aspek ini, operator dapat mengoptimalkan proses pemotongan, meminimalkan kerugian, dan menghasilkan produk berkualitas tinggi yang memenuhi standar industri.

Putaran spindel pada mesin bubut (spindel speed) ditentukan berdasarkan kecepatan potong. Dalam menentukan kecepatan potong beberapa faktor yang dipertimbangkan antara lain jenis bahan yang akan dikerjakan, jenis padat, diameter benda kerja, dan hasil kehalusan permukaan yang diinginkan. Kecepatan potong (V_c) adalah jarak yang ditempuh oleh satu titik dalam satuan milimeter pada selubung pisau dalam waktu satu menit. Adapun rumus kecepatan potong untuk mesin bubut yang dijelaskan dibawah ini :

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

Dimana :

V_c = Kecepatan potong (m/menit)

d = Diameter potong (mm)

n = Spindel speed (rpm) dan $\pi = 3.14$

Dari rumus tersebut dapat dicari kecepatan putaran spindel (n) yang digunakan

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

2.6. Kekasaran Permukaan

Kekasaran permukaan adalah ukuran ketidakrataan permukaan benda kerja yang dihasilkan selama proses pemesinan. Parameter ini sangat penting dalam menentukan kualitas produk akhir, terutama dalam aplikasi yang memerlukan presisi tinggi. Menurut Wibowo (2021), kekasaran permukaan diukur dengan menggunakan alat ukur khusus seperti profilometer, yang dapat memberikan data yang akurat mengenai tingkat kekasaran. Dengan memahami kekasaran permukaan, produsen dapat mengoptimalkan proses pemesinan untuk mencapai standar kualitas yang diinginkan.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kekasaran permukaan antara lain jenis pahat, kecepatan putar, dan kondisi pemotongan. Penelitian oleh Lestari (2022) menunjukkan bahwa penggunaan pahat carbide tungsten dengan kecepatan putar yang optimal dapat menghasilkan permukaan dengan kekasaran yang lebih rendah dibandingkan dengan pahat konvensional. Data menunjukkan bahwa kekasaran permukaan dapat berkurang hingga 50% dengan penggunaan pahat yang tepat. Hal ini menunjukkan pentingnya pemilihan alat dan pengaturan parameter pemesinan yang tepat untuk mencapai hasil yang diinginkan.

Kekasaran permukaan juga berpengaruh pada sifat mekanik benda kerja, seperti kekuatan dan ketahanan terhadap korosi. Oleh karena itu, pengendalian kekasaran permukaan sangat penting dalam proses pemesinan, terutama untuk produk yang akan digunakan dalam kondisi yang ekstrem (Hendrawan, 2021).

Misalnya, dalam industri otomotif, komponen yang memiliki kekasaran permukaan yang tinggi dapat menyebabkan peningkatan gesekan dan keausan, yang dapat mengurangi umur pakai komponen tersebut.

Tabel 2. 1 Tabel Tingkat Kekasaran Material
(Sumber : Finandika dkk, 2022)

Kekasaran (Ra)	Tingkat Kekasaran	Panjang Sampel
50	N12	8
25	N11	
12,5	N10	25
6,3	N9	
3,2	N8	0,8
0,8	N7	
0,4	N5	
0,2	N4	0,25
0,1	N3	
0,5	N2	
0,025	N1	0,08

Tabel 2. 2 Tingkat kekasaran rata-rata permukaan menurut proses pengerjaanya
(Sumber : Rochim, T., 2007)

Proses pengerjaan	Selang (N)	Harga (Ra)
Flat and cylindrical Superfinishing Diamond turning	N ₁ - N ₄	0.025 – 0.2
	N ₁ - N ₆	0.025 – 0.8
Flat cylindrical grinding Finishing	N ₁ - N ₆	0.025 – 3.2
	N ₄ - N ₈	0.1 – 3.2
Face and cylindrical turning, lathe miling and reaming Driling	N ₅ - N ₁₂	0.4 – 50.0
	N ₇ - N ₁₀	1.6 – 12.5
Shapping, planning, horizontal milling Sandcasting and forging	N ₆ - N ₁₂	0.8 – 50.0
	N ₁₀ - N ₁₁	12.5 – 25.5
Extruding, cold rolling, drawing Die casting	N ₆ - N ₈	0.8 – 3.2
	N ₆ - N ₇	0.8 – 1.6

2.7. Frekuensi Getaran pada Proses Pembubutan

Frekuensi getaran adalah fenomena yang sering terjadi selama proses pembubutan dan memiliki dampak signifikan terhadap kualitas hasil akhir dari benda kerja. Getaran yang berlebihan dapat menyebabkan kekasaran permukaan yang tinggi dan mengurangi umur pakai pahat. Hal ini tidak hanya mempengaruhi aspek estetika dari produk akhir, tetapi juga dapat mengakibatkan kerugian ekonomi yang substansial akibat kebutuhan untuk melakukan perbaikan atau penggantian alat potong yang lebih sering dari yang seharusnya. Dalam dunia industri yang sangat kompetitif saat ini, pemahaman yang mendalam tentang frekuensi getaran menjadi sangat penting bagi para insinyur dan operator mesin bubut.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Arif (2022), ditemukan bahwa getaran pada mesin bubut dapat dikurangi dengan mengatur kecepatan putar dan kedalaman potong yang tepat. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa dengan mengurangi kedalaman potong, frekuensi getaran dapat berkurang hingga 30%, yang berdampak positif pada kualitas permukaan. Misalnya, ketika kedalaman potong diturunkan dari 2 mm menjadi 1 mm, hasil akhir dari benda kerja menunjukkan pengurangan kekasaran permukaan yang signifikan, dengan nilai Ra (average roughness) yang lebih rendah. Ini menunjukkan bahwa ada hubungan langsung antara parameter pemotongan dan frekuensi getaran, yang dapat dimanfaatkan untuk mencapai hasil yang optimal.

Selain itu, penggunaan peredam getaran pada mesin bubut juga dapat membantu mengurangi frekuensi getaran. Peredam getaran, yang sering kali berupa

perangkat elastis yang dipasang pada struktur mesin, bekerja dengan menyerap energi getaran sebelum mencapai benda kerja. Teknologi ini telah terbukti meningkatkan kualitas hasil akhir dan memperpanjang umur pahat. Sebagai contoh, dalam sebuah studi yang dilakukan oleh Sukma (2023), penggunaan peredam getaran pada mesin bubut jenis CNC menunjukkan peningkatan umur pakai pahat hingga 40%, serta peningkatan kualitas permukaan yang diukur dengan metode pengujian laser. Hal ini menunjukkan bahwa investasi dalam teknologi peredam getaran tidak hanya meningkatkan kualitas produk, tetapi juga memberikan keuntungan jangka panjang bagi perusahaan.

Penting bagi operator mesin untuk memahami dan mengelola frekuensi getaran selama proses pembubutan untuk mencapai hasil yang optimal. Pengetahuan ini mencakup pemahaman tentang berbagai faktor yang mempengaruhi getaran, seperti jenis material benda kerja, geometri pahat, dan kondisi mesin. Misalnya, material yang lebih keras seperti titanium dapat menghasilkan getaran yang lebih besar dibandingkan dengan material yang lebih lunak seperti aluminium. Oleh karena itu, operator perlu melakukan penyesuaian yang tepat dalam parameter pemotongan untuk setiap jenis material yang digunakan. Dengan meminimalkan getaran, tidak hanya kualitas produk yang dapat ditingkatkan, tetapi juga efisiensi dan umur pakai alat potong dapat diperpanjang. Ini merupakan aspek yang sangat penting, mengingat biaya penggantian alat potong dan waktu henti mesin dapat berkontribusi pada biaya produksi yang tinggi.

Dari sudut pandang teknis, pemahaman menyeluruh tentang dinamika mesin bubut dan cara mengoptimalkan setiap parameter untuk mencapai hasil yang

diinginkan sangatlah krusial. Operator yang terlatih dengan baik dapat melakukan analisis mendalam terhadap pola getaran yang terjadi selama proses pembubutan. Dengan menggunakan alat pengukur getaran, mereka dapat mengidentifikasi frekuensi yang berpotensi merugikan dan melakukan penyesuaian yang diperlukan. Sebagai contoh, jika pengukuran menunjukkan bahwa frekuensi getaran berada di dekat frekuensi alami dari mesin, operator dapat melakukan perubahan pada kecepatan putar atau kedalaman potong untuk menghindari resonansi, yang dapat menyebabkan kerusakan pada mesin dan produk.

Secara keseluruhan, frekuensi getaran dalam proses pembubutan merupakan aspek yang tidak bisa diabaikan. Dengan memahami dan mengelola variabel-variabel yang mempengaruhi getaran, operator dapat meningkatkan kualitas produk, mengurangi biaya operasional, dan memperpanjang umur pahat. Hal ini tidak hanya bermanfaat bagi perusahaan dari segi ekonomi, tetapi juga meningkatkan kepuasan pelanggan melalui produk berkualitas tinggi. Oleh karena itu, investasi dalam pelatihan dan teknologi yang berkaitan dengan pengendalian getaran sangatlah penting untuk menjaga daya saing di pasar yang semakin ketat. Dengan pendekatan yang tepat, industri manufaktur dapat mencapai efisiensi yang lebih besar dan hasil yang lebih baik, menjadikan frekuensi getaran sebagai salah satu faktor kunci dalam proses pembubutan yang sukses. Oleh karena itu, penting bagi operator mesin untuk memahami dan mengelola frekuensi getaran selama proses pembubutan untuk mencapai hasil yang optimal. Dengan meminimalkan getaran, tidak hanya kualitas produk yang dapat ditingkatkan, tetapi juga efisiensi dan umur pakai alat potong dapat diperpanjang.