

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Putra et al (2022) melakukan penelitian tentang Optimasi Parameter Permesinan Terhadap Kekasaran Permukaan Baja Ems 45 Pada Proses *Finishing* Mesin Bubut Konvensional. Penelitian yang dilakukan menggunakan metode taguchi yang dimana diameter material yang diuji ialah 25 mm, panjang 90 mm dengan dalam pemakanan 0,2 mm. penelitian ini menggunakan 3 variasi putaran spindel dan 3 variasi laju pemakanan yaitu 1459 rpm, 1658 rpm dan 1990 rpm dan laju pemakanan 0.040 milimeter/revolution, 0.120 milimeter/revolution dan 0.200 milimeter/revolution. Parameter yang optimal pada penelitian ini ialah kecepatan spindel 1990 rpm dengan laju pemakanan 0,200 milimeter/revolution.

Riza et al (2018) melakukan penelitiannya tentang Analisa Pengaruh Kemiringan Sudut Sisi Sayat Pahat Melalui *Tool Post* Terhadap Kekasaran Permukaan Pada Pembubutan Benda Kerja ST 37. Metode yang dilakukan pada penelitian ini adalah membubut benda ST 37 dengan kedalaman potong 0,5 mm, dengan variasi sudut sisi sayat pahat melalui memiringkan *tool Post*, yaitu: 10° dimiringkan ke kiri, 10° dimiringkan ke kanan, 0° (tegak lurus), 5° dimiringkan ke kanan, dan 5° dimiringkan ke kiri. *Feeding* (gerak makan) konstan yaitu: 0,281 mm/putaran, sudut potong utama pahat 80° dan kecepatan potong (*cutting speed*) = 740 rpm. Kemudian benda kerja diukur kekasaran permukaannya dengan menggunakan *Surface Tester Mitutoyo SJ-201P*. Hasil penelitian didapatkan bahwa angka kekasaran permukaan terkecil yang dicapai adalah = 7, 42 µm dengan kelas kekasaran permukaan N9 dengan sudut *tool Post* 5° ke kiri. Sedangkan angka kekasaran permukaan terbesar yang dicapai adalah = 13, 76 µm dengan kelas kekasaran permukaan N11 dengan sudut *tool post* 10° ke kanan. Nilai tingkat kekasaran yang dicapai adalah antara N9 – N11.

Mansyursyah & Tamjidillah (2020) melakukan penelitian tentang Penentuan Parameter Proses Bubut Terhadap Kekasaran Permukaan Material ST 42 Dengan Metode Taguchi. Hasil dari penelitian ini didapatkan parameter yang menghasilkan kekasaran permukaan yang paling baik adalah jenis mata pahat JCK dengan *feeding* 0,115 dan kehalusan 3,42 µm.

Sutrisna et al (2017) melakukan penelitian tentang Pengaruh Variasi Kedalaman Potong dan Kecepatan Putar Mesin Bubut Terhadap Kekasaran Permukaan Benda Kerja Hasil Pembubutan Rata Pada Bahan ST 37. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan variabel terikat yaitu kekasaran permukaan dan variabel bebas yaitu kedalaman potong dan kecepatan putar. Hasil yang didapatkan dari penelitian ini yaitu kedalaman potong 0,4 mm dengan kecepatan 490 rpm menghasilkan hasil pembubutan yang lebih halus dibandingkan dengan kedalaman potong 0,8 mm dengan kecepatan 330 rpm.

2.2 Manufaktur

Manufaktur dalam arti luas yaitu suatu proses merubah bahan baku menjadi suatu produk. Namun dalam konteks modern, manufaktur merupakan pembuatan produk dari bahan baku yang melalui berbagai macam proses operasi dan mesin, mengikuti perencanaan yang telah disiapkan dengan baik dalam setiap aktifitasnya. Sesuai dengan definisinya, teknik manufaktur mempelajari prancangan produk dan perancangan proses pembuatannya serta pengolahan sistem

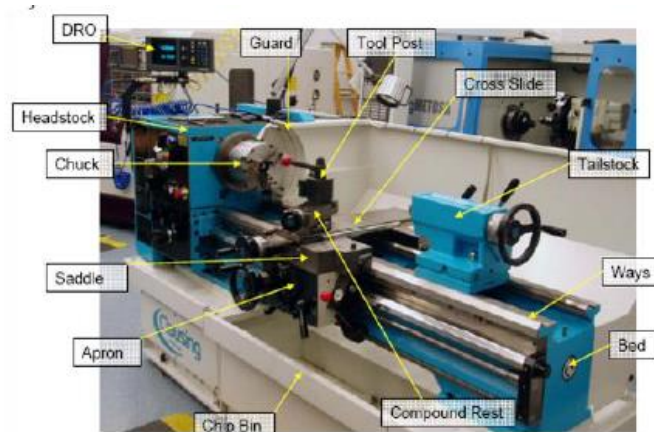
produksinya (Supriyanto, 2013). Manufaktur pada umumnya adalah proses pembuatan sebuah produk yang dilakukan dalam skala besar dan kompleks. Manufaktur sendiri mencakup segala aktivitas perusahaan manufaktur, mulai dari perencanaan dan perancangan produk hingga penjualan, atau bisa dikatakan kegiatan mengolah bahan mentah dengan cara mengubah bentuk, sifat, tampilan hingga menjadi sebuah produk yang mempunyai nilai jual (Sastal et al., 2018).

2.3 Permesinan

Bidang permesinan baik mesin produksi, perkakas, metalurgi dan konstruksi berperan penting terhadap proses industri. Dalam permesinan, mesin produksi atau mesin perkakas kita telah mengenal seperti mesin bubut yang digunakan untuk melakukan pembubutan, mesin bor untuk pengeboran, mesin frais untuk pengefraisan, mesin sekrap untuk menyekrap dan gerinda untuk pengikisan ataupun penghalusan (Farokhi & Sumbodo, 2017). Proses permesinan adalah salah satu cara untuk menghasilkan produk dengan skala besar dalam waktu yang relatif singkat yang dimana proses produksinya dengan cara membuang bagian yang tidak dibutuhkan hingga membentuk suatu produk dengan bentuk dan ukuran yang permukaannya baik (Putra et al., 2022). Dalam proses permesinan banyak sekali jenis mesin yang digunakan dan memiliki pengaruh proses yang berbeda-beda untuk setiap produknya. Benda kerja memiliki sifat mekanis tertentu yang nantinya akan dipotong secara kontinu menggunakan pahat potong untuk mendapatkan bentuk sesuai keinginan (Poeng & Sappu, 2021).

2.4 Mesin Bubut

Mesin bubut menjadi salah satu mesin yang sering digunakan dalam dunia industri manufaktur. Proses pembubutan untuk memproduksi suatu barang harus benar-benar menghasilkan produk yang maksimal, presisi sesuai dengan ukuran dan kekasaran yang dikehendaki. Pembubutan merupakan suatu proses pembentukan silindris dari material benda kerja, ataupun bisa digunakan untuk kepentingan lainnya seperti memotong benda kerja, meratakan permukaan dan juga untuk pembuatan ulir (Mahendra et al., 2021). Bubut sendiri adalah suatu proses pemakanan benda kerja yang sayatannya dilakukan dengan cara memutar benda kerja kemudian dikenakan pada pahat yang bergerak secara translasi sejajar dengan sumbu putar (Poeng & Sappu, 2021).



Gambar 2. 1 Bagian-Bagian Mesin Bubut
Sumber: (Mansyursyah & Tamjidillah, 2020)

2.5 Parameter Mesin Bubut

Parameter utama pada mesin bubut yang dapat diatur terbagi menjadi tiga yaitu kecepatan putaran spindel (*speed*), gerak makan (*feed*) dan kedalaman potong (*depth of cut*). Jenis pahat dan benda kerja juga memiliki pengaruh cukup besar, akan tetapi tiga parameter diatas merupakan bagian yang bisa langsung diatur oleh operator pada mesin bubut (Putra & Huda, 2020).

1. Kecepatan Putaran Spindel

Kecepatan putar (*revolution per minute*), selalu dihubungkan dengan spindel (sumbu utama) yang menggambarkan kecepatan putarannya. Akan tetapi yang diutamakan pada proses bubut adalah kecepatan potong (*cutting speed*) atau kecepatan benda kerja dilalui oleh pahat. Untuk mengetahui kecepatan potong dapat menggunakan persamaan berikut (Putra & Huda, 2020):

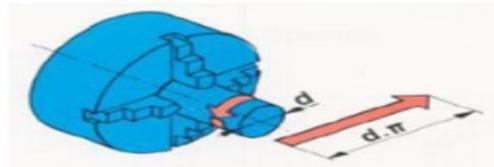
$$v = \frac{\pi d n}{1000} \dots\dots\dots(2.1)$$

dimana:

v : Kecepatan potong (m/menit)

d : Diameter benda kerja (mm)

n : Kecepatan spindel (rpm)



Gambar 2. 2 Kecepatan Potong

Sumber: (Putra & Huda, 2020)

2. Gerakan Pemakanan

Gerak makan (*feed*) merupakan jarak yang ditempuh pahat setiap benda kerja berputar satu kali. Gerak makan ditentukan berdasarkan kekuatan mesin, material, jeni pahat dan geometri pahat. Gerak makan ditentukan berdasarkan kedalaman potong atau sesuai terhadap kehalusan permukaan yang diinginkan (Putra & Huda, 2020). Rumus gerakan pemakanan sebagai berikut:

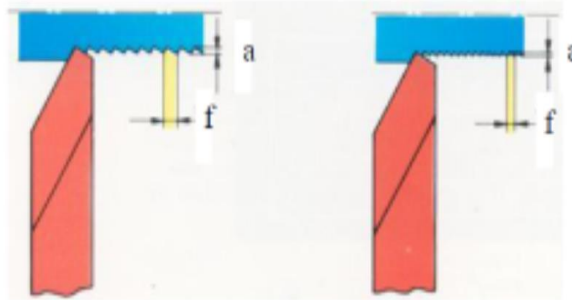
$$vf = f.n \dots\dots\dots(2.2)$$

dimana:

vf : Laju pemakanan (mm/menit)

f : Gerak makan (mm/rad)

n : Kecepatan putar (rpm)



Gambar 2. 3 Gerakan Pemakanan
 Sumber: (Putra & Huda, 2020)

3. Kedalaman Potong

Kedalaman potong (*depth of cut*) merupakan selisih diameter benda kerja sebelum dan setelah benda kerja dibubut. Kedalaman potong dapat diartikan pula dengan dalamnya pahat menusuk benda kerja atau tebalnya tatal bekas bubutan. Kedalaman potong dirumuskan sebagai berikut (Saputro & Nurrohkayati, 2021):

$$a = \frac{D_o - D_m}{2} \dots\dots\dots(2.3)$$

dimana:

a : Kedalaman potongan (mm)

D_o : Diameter awal (mm)

D_m : Diameter akhir (mm)

2.6 Pahat Bubut HSS

Mesin bubut memerlukan alat potong yang biasa disebut dengan pahat bubut. Pahat bubut digunakan untuk mendapatkan toleransi, bentuk tertentu, ataupun derajat kehalusan permukaan dari benda kerja. Pahat bubut yang digunakan pada proses pembubutan bermacam-macam bentuknya tergantung dari kontur yang dikehendaki (Nugroho et al., 2017).



Gambar 2. 4 Pahat Bubut HSS
 Sumber: (Sastal et al., 2018)

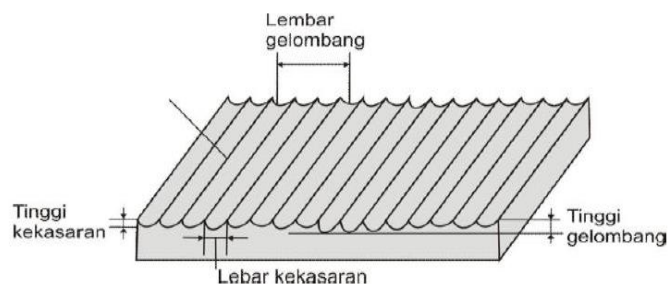
Sifat pahat bubut yaitu kuat, keras, tidak cepat aus dan tahan panas. Kekerasan pahat sangat penting agar dapat menyayat benda kerja yang nantinya hendak dibubut dan harus memiliki tingkat kekerasan lebih tinggi dari material (Santoso & Suhardiman, 2019). Kualitas pembubutan benda kerja sangat dipengaruhi oleh jenis pahat. Pahat bubut HSS adalah baja karbon tinggi yang mengalami proses perlakuan panas (*heat treatment*) sehingga kekerasannya menjadi tinggi dan tahan terhadap temperatur yang tinggi. Pahat bubut HSS adalah paduan dari 0,75% - 1,5% Carbon (C), 4% - 4,5% Chromium (Cr), 10% - 205 Tungsten (W) dan molybdenum (Mo), 5% lebih Vanadium (V) dan Cobalt (Co) lebih dari 12% (Sutrisna et al., 2017).

2.7 Baja ST 37

Baja merupakan salah satu logam Fero yang paling banyak digunakan diberbagai bidang, seperti dibidang rancang bangun dan rekayasa. Baja ST 37 merupakan suatu material yang memilii kadar karbon rendah (*low carbon steel*) dikarenakan kadar karbonnya kurang dari 0,30%. Baja ST 37 mengandung berbagai macam unsur seperti Karbon (C) 0,15%, Silikon (Si) 0,01%, Mangan (Mn) 0,6%, Sulfur (S) 0,0011% dan Fosfor (P) 0,050% yang memiliki kekuatan tarik 370 N/mm^2 (Aminuddin et al., 2020).

2.8 Kekasaran Permukaan

Kekasaran permukaan adalah ketidak teraturan konfigurasi dan penyimpangan karakteristik permukaan berupa getaran yang nantinya akan terlihat pada permukaan. Ada beberapa faktor yang menjadi penyebab kekasaran permukaan, seperti mekanisme parameter pemotongan, geometri dan dimensi pahat, media pendingin, cacat pada material dan cacat pada aliran beram (Arsana et al., 2019). Contoh bentuk permukaan benda kerja dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2. 5 Tekstur Permukaan
Sumber: (Husni et al., 2020)

Salah satu kemampuan mesin yang baik adalah hasil kekasaran permukaan. Kekasaran permukaan sangatlah penting karena sebagian besar suatu komponen membutuhkan kekasaran permukaan yang rendah atau halus. Tingkat kekasaran dapat diukur dengan membandingkan secara visual dengan standar yang ada ataupun dengan perbandingan mikroskopi (Suroso & Prayogi, 2019). Nilai kekasaran permukaan yang dihasilkan dari proses manufaktur dapat dilihat pada tabel 2.1 berikut:

Tabel 2. 1 Nilai Kekasaran Permukaan yang Dihasilkan Berbagai Proses Manufaktur

<i>Process</i>	<i>Typecal Surface Finish</i>	<i>Range of Roughness, (μm)</i>	<i>Process</i>	<i>Typecal Surface Finish</i>	<i>Range of Roughness, (μm)</i>
<i>Die Casting</i>	<i>Good</i>	1 - 2	<i>Turning</i>	<i>Good</i>	0.5 - 6
<i>Invesment Casting</i>	<i>Good</i>	1.5 - 3	<i>Grinding</i>	<i>Very Good</i>	0.1 - 2
<i>Sand Casting</i>	<i>Poor</i>	12 - 25	<i>Honing</i>	<i>Very Good</i>	0.1 - 1
<i>Cold Rolling</i>	<i>Good</i>	1 - 3	<i>Lapping</i>	<i>Excelent</i>	0.05 - 0.5
<i>Sheet Metal Draw</i>	<i>Good</i>	1 - 3	<i>Polishing</i>	<i>Excelent</i>	0.1 - 0.5
<i>Cold Extrusion</i>	<i>Good</i>	1 - 3	<i>Superfishing</i>	<i>Excelent</i>	0.02 - 0.3
<i>Hot Rolling</i>	<i>Poor</i>	12 - 25	<i>Chemical Milling</i>	<i>Medium</i>	1.5 - 2
<i>Boring</i>	<i>Good</i>	0.5 - 6	<i>Electrochemical</i>	<i>Good</i>	0.2 - 2
<i>Drilling</i>	<i>Medium</i>	1.5 - 6	<i>Electric Discharge</i>	<i>Medium</i>	1.5 - 15
<i>Milling</i>	<i>Good</i>	1 - 6	<i>Electron Beam</i>	<i>Medium</i>	1.5 - 15
<i>Planing</i>	<i>Medium</i>	1.5 - 12	<i>Laser Beam</i>	<i>Medium</i>	1.5 - 15
<i>Reaming</i>	<i>Good</i>	1 - 3	<i>Arc Welding</i>	<i>Poor</i>	5 - 25
<i>Shaping</i>	<i>Medium</i>	1.5 - 12	<i>Flame Cutting</i>	<i>Poor</i>	12 - 25
<i>Sawing</i>	<i>Poor</i>	3 - 25	<i>Flasma Arc Cutting</i>	<i>Poor</i>	12 - 25

Sumber: (Karmin et al., 2013)

2.9 Metode Taguchi

Metode Taguchi merupakan metodologi baru dalam bidang teknik yang diperkenalkan oleh Dr. Genichi Taguchi pada tahun 1940 yang bertujuan memperbaiki proses dan kualitas produk serta dapat menekan bahan baku dan biaya seminimal mungkin. Sasaran metode taguchi adalah peningkatan kualitas produk dengan mencari faktor-faktor yang memiliki pengaruh terhadap kualitas, kemudian memisahkannya kedalam dua faktor yaitu, faktor kendali dan faktor tidak terkendali (*noise*). Masing-masing dari faktor dibagi berdasarkan level selanjutnya dipilih *orthoggonal array* berdasarkan jumlah faktor dan level yang dipilih. Hasil eksperimen dianalisis menggunakan *Signal to Noise Ratio* (SNR) dan ANOVA untuk menentukan faktor dan level yang memiliki berpengaruh pada kualitas produk (Hayati, 2018).

2.9.1 *Signal to Noise Rasio* (SNR)

Taguchi menggunakan pendekatan SNR untuk meneliti pengaruh faktor *noise* terhadap variasi yang timbul (Hayati, 2018). Adapun karakteristik jenis SNR yang diinginkan sebagai berikut:

1. *Smaller The Better*

Karakteristik kualitas ini dimana semakin rendah nilainya, maka kualitas semakin baik. Nilai SNR untuk karakteristik ini adalah:

$$SNR = -10\log_{10} = \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i^2\right] \dots \dots \dots (2.4)$$

2. *Larger The Better*

Karakteristik kualitas ini dimana semakin besar nilainya, maka kualitas semakin baik. Nilai SNR untuk karakteristik ini adalah:

$$SNR = -10\log_{10} = \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2}\right] \dots \dots \dots (2.5)$$

3. *Nominal The Best*

Karakteristik kualitas ini dimana nilainya telah ditetapkan pada nominal tertentu, jika nilainya semakin mendekati nilai nominal maka kualitasnya semakin baik. Nilai SNR untuk kualitas ini adalah:

$$SNR = 10\log_{10} = \left[\frac{\mu^2}{\sigma^2}\right]$$

$$\mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$$

$$\sigma^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \mu)^2 \dots \dots \dots (2.6)$$

2.9.2 Orthogonal Array

Array orthogonal adalah suatu deretan angka yang disusun berdasarkan baris dan kolom. Baris daitur sebagai variasi dari parameter tersebut atau dinamakan sebagai lelevel faktor, sedangkan kolom diatur sebagai parameter dalam eksperimen yang bisa diubah. Level dari faktor tersebut dalam kondisi seimbang dan bisa diuraikan dari pengaruh faktor yang lain, sehingga *array* tersebut dikatakan *orthogonal*. Sehingga adanya pengaruh suatu faktor atau level akan terpisah (*confounded*) dari faktor atau level lainnya, dan setiap level dari suatu parameter memiliki jumlah yang sama sehingga kondisi ini disebut *orthogonal array*. Dengan *orthogonal array* dapat ditentukan tata letak eksperimennya, sehingga tidak semua variasi dilakukan, percobaannya dapat dikurangi sehingga lebih efisien waktu, materi dan biaya. Pada penelitian, *matriks orthogonal* disesuaikan berdasarkan derajat kebebasan pada matriks standar *orthogonal*, dimana nilainya lebih besar atau bisa sama dengan perhitungan derajat kebebasan (Aprilyanti et al., 2019) Adapun pemilihan *orthogonal array* sebagai berikut (Setyanto & Lukodono, 2017):

$$La(b^c) \dots \dots \dots (2.7)$$

dimana:

- L = Rancangan bujur sangkar.
- a = Banyaknya eksperimen.
- b = Banyaknya level.
- c = Banyaknya faktor.

2.9.3 Analysis of Variance (ANOVA)

Metode Taguchi menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA). ANOVA digunakan untuk menentukan pengaruh dari setiap parameter yang dihasilkan dari eksperimen dengan merancang eksperimen untuk proses permesinan dan dapat digunakan untuk menginterpretasikan data eksperimental. Dalam pengaturan ANOVA, varian diamati pada variabel tertentu dibagi menjadi komponen disebabkan berbagai sumber variasi. Data variabel bertujuan untuk mencari faktor-faktor yang mempengaruhi nilai respon. Dalam analisa variasi hanya digunakan satu hipotesis, yaitu hipotesis dua arah (*two tail*) yang bertujuan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan rata-rata dalam percobaan (Aprilyanti & Suryani, 2020). Persamaan yang digunakan dalam perhitungan ANOVA sebagai berikut:

1. Perhitungan jumlah kuadrat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$SSA = \frac{(A_1 - A_2)^2}{N} \dots\dots\dots(2.8)$$

$$SSB = \frac{(A_1 - A_2)^2}{N} \dots\dots\dots(2.9)$$

$$SSE = SS_T - SS_B - SS_D - SS_E - SS_{A \times C} - SS_{A \times D} \dots\dots\dots(2.10)$$

2. Perhitungan derajat kebebasan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$V_T = N - 1 \dots\dots\dots(2.11)$$

$$V_A = K_A - 1 \dots\dots\dots(2.12)$$

$$V_e = V_T - V_A - V_B - V_C - V_D - V_E - V_F - V_G \dots\dots\dots(2.13)$$

Perhitungan nilai F-Ratio

$$F\text{-Ratio} = \frac{Ms \text{ Pada Masing-Masing Faktor}}{Ms \text{ Error}} \dots\dots\dots(2.14)$$

3. Perhitungan persen kontribusi menggunakan rumus sebagai berikut:

$$P = \left[\frac{SSA}{SST} \right] 100\% \dots\dots\dots(2.15)$$