

EKSPERIMENTAL STUDI VARIASI PUTARAN SPINDEL TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN MATERIAL BAJA ST-42

Benjamin G Tentua¹, Cendy S.E. Tupamahu², Frans Silooy³

¹Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Pattimura, Ambon 97233

E-mail: tentuabenny@gmail.com

²Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Pattimura, Ambon 97233

E-mail: tupamahucendy@gmail.com

³Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Pattimura, Ambon 97233

Abstrak. Kualitas permukaan hasil pembubutan dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kecepatan putaran spindel dan pemilihan sudut sisi potong. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui berapa besar tingkat kekasaran permukaan pada proses bubut material ST 42. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen menggunakan mesin bubut konvensional Huvema Model HU 460 X 2000 VAC. Material benda kerja adalah ST-42 dengan diameter 25 mm, panjang 80 mm, pahat HSS $\frac{3}{4} \times 6$. Variasi putaran spindel 275 rpm, 400 rpm, 605 rpm dan sudut sisi potong 75° . Data yang dihasilkan dari proses penelitian dianalisis menggunakan Desain eksperimental. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada putaran spindel 605 Rpm menghasilkan nilai rata-rata kekasaran permukaan ($\bar{x}Ra_{Total}$) = 4,200 μm , putaran 400 rpm menghasilkan nilai rata-rata ($\bar{x}Ra_{Total}$) = 4.471 μm dan untuk putaran spindel 273 rpm, menghasilkan nilai rata-rata kekasaran permukaan tertinggi ($\bar{x}Ra_{Total}$) = 6.752 μm . Tingkat kekasaran permukaan yang dicapai putaran 605 rpm dan putaran 400 rpm adalah N8, putaran 275 rpm adalah N10, yang mana masih diizinkan sesuai ISO Roughness Number.

Kata kunci: kekasaran permukaan, putaran spindel, sudut potong, ST 42

Abstract. *The surface quality of turning results can be influenced by several factors such as determining the spindle rotation speed and cutting edge angle. The purpose of this study is to determine the best variation to produce a low level of surface roughness in the lathe process of ST 42 material. This research is an experimental study using a conventional lathe Huvema Model HU 460 X 2000 VAC. The workpiece material is ST-42 with a diameter of 25 mm, length of 80 mm, HSS tool $\frac{3}{4} \times 6$. Variation of spindle rotation 275 rpm, 400 rpm, 605 rpm and cutting edge angle 75° . Data analysis using experimental statistics. The results showed that the 605 rpm spindle rotation produced the lowest average value of surface roughness ($\bar{x}Ra_{Total}$) = 4,200 μm , the 400 rpm rotation produced an average value ($\bar{x}Ra_{Total}$) = 4,471 μm for the 273 rpm spindle rotation, producing the highest average value of surface roughness ($\bar{x}Ra_{Total}$) = 6,752 μm . The surface roughness level achieved by 605 rpm and 400 rpm spindles is N8, 275 rpm spindle is N10, which is still within the theoretical allowable of the lathe process results (ISO Roughness Number).*

Keywords: surface roughness, spindle rotation, cutting angle, ST 42

1. PENDAHULUAN

Proses permesinan merupakan salah satu proses yang utama dalam industri manufaktur[1]–[3]. Seiring perkembangan teknologi maka peranan proses permesinan dalam meningkatkan kualitas hasil terus ditingkatkan. Mesin-mesin produksi yang

banyak digunakan dalam proses permesinan seperti drilling, milling, dan mesin bubut [4]–[6]. Hasil produksi yang baik merupakan tujuan utama dari setiap pekerjaan yang menggunakan mesin-mesin produksi tersebut. Untuk Mendapatkan hasil yang terbaik harus memperhitungkan langkah-langkah

yang lebih efisien atau yang lebih tepat untuk melakukannya. Hal yang harus dipenuhi ialah tingkat kekasaran permukaan hasil proses pembubutan, karena berpengaruh terhadap fungsi produk atau komponen [7]. Kekasaran permukaan merupakan ukuran kualitas dari proses manufaktur. Meskipun saat ini mesin bubut sudah semakin canggih, namun mesin bubut konvensional masih dipergunakan di dunia industri karena mesin tersebut pada dasarnya fungsinya adalah sama yaitu untuk memproduksi benda kerja yang outputnya harus memiliki kekasaran permukaan yang rata dan halus [8].

Untuk mempersingkat waktu produksi, kecepatan putaran spindel [9][10] adalah salah satu faktor utama yang harus diperhatikan oleh operator, tetapi sering dilupakan oleh operator. Dimana agar proses pembubutan dapat selesai dengan cepat seringkali operator tidak mengontrol seberapa cepat putaran spindel yang digunakan dan tidak memperhatikan tingkat kekasaran dan kualitas hasil bubutan. Selain putaran spindel faktor yang sering tidak diperhatikan adalah sudut potong [11], [12].

Beberapa penelitian telah dilakukan terkait pengaruh sudut potong antara lain Pengaruh Sudut Potong dan Kecepatan Putaran Spindel Terhadap Kekasaran Permukaan pada Proses Bubut Mild Steel ST 37. Penelitian dilakukan dengan memvariasikan putaran 440, 540, dan 740 sedangkan variasi sudut potong 80, 85, dan 90 dengan jumlah specimen uji ada 9 buah dan direplika sebanyak 3 kali, maka ada 27 data penelitian dengan menggunakan pahat bubut HSS. Hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa kecepatan putaran spindel 740 rpm dengan sudut potong 80° menghasilkan permukaan yang lebih halus yaitu $(\Sigma Ra) = 5,76 \mu m$ atau pada kelas kekasaran N9 sedangkan kecepatan putaran spindel 440 rpm dengan sudut potong 80° menghasilkan permukaan yang kasar $(\Sigma Ra) = 11,47 \mu m$ dengan kelas kekasaran permukaan N10 [13].

Selanjutnya penelitian Pengaruh Variasi Putaran Spindel Dan Kedalaman Pemoangan Terhadap Kekasaran Permukaan Baja ST 60 Pada Proses Bubut Konvensional [8]. Penelitiannya menyatakan bahwa variasi pengukuran dibedakan sebanyak tiga variasi yaitu Putaran Spindel $(n) = 155, 275, 550$ Rpm dan kedalaman potong $(a) = 0.25, 0.5, 0.75$ mm. dengan menggunakan metode pengukuran kekasaran permukaan menggunakan alat ukur Surface roughness tester Type mitutoyo SV-400 menghasilkan nilai kekasaran permukaan terhalus yang dicapai yaitu $(Ra) = 3.99 \mu m$ yang terjadi pada putaran spindel $(n) = 275$ Rpm dan kedalaman pemotongan $(a) = 0.25$ mm. Sedangkan nilai kekasaran terkasar yang dicapai yaitu $(Ra) = 10.796$

μm yang terjadi pada putaran spindel $(n) = 550$ Rpm dan kedalaman pemotongan $(a) = 0.75$ mm.

Penelitian lainnya menggunakan baja karbon ST42 dengan memvariasikan kecepatan spindel 412 Rpm, 510 Rpm, 668 Rpm, menggunakan variasi jenis pendingin collant, udara bertekanan dan tanpa pendinginan. Hasil penguian terbaik atau terendah adalah $2.11 \mu m$ dengan kedalaman pemakanan terkecil 0.1mm, jenis pendinginan menggunakan coolant dan kecepatan spindel tertinggi 668 Rpm [14].

Berdasarkan penelitian sebelumnya maka dari itu penulis tertarik untuk melakukan penelitian Eksperimental Study Variasi Putaran Spindel Terhadap Kekasaran Permukaan Material Baja ST-42, dengan putaran spindel dengan variasi 275 rpm, 400 rpm, dan 605 rpm, dengan sudut potong dibuat tetap yakni 75° .

2. BAHAN DAN METODE

2.1. Alat dan Bahan

Mesin bubut yang digunakan pada penelitian ini adalah mesin bubut yang terdapat di laboratorium Proses Produksi Universitas Pattimura Ambon, merk Huvema Model HU 460 X 2000 VAC.



Gambar 1. Mesin bubut

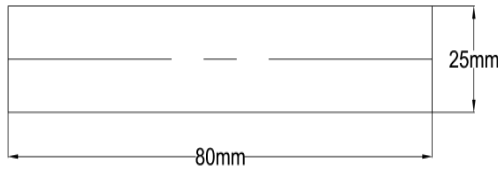
Pahat yang digunakan dalam penelitian ini adalah pahat HSS Pahat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Pahat HSS 3/4x6 merek Bohler.

Tabel 1. Sifat Mekanis dan Fisik Pahat HSS

Sifat Mekanis	Pahat HSS
<i>Young's Modulus</i>	229-27 GPa
Ekspansi Thermal	$8,4-10,7 \times 10^{-6} K^{-1}$
Kekerasan	700-1000 HB
Sifat Fisik	
<i>Density</i>	$8,16-8,26 g/cm^3$
<i>Melting Temperature</i>	1450-1500°C
Konduktivitas Thermal	16,8-23,9 W/m·K

Material benda kerja yang digunakan dalam penelitian ini adalah ST-42 dengan diameter 25 mm dan panjang 80 mm. Berdasarkan gambar yang ada

dibawah dilakukan panjang penyayatan 25 mm dan dibubut hingga 20 mm dan setiap sample akan dilakukan pengambilan nilai kekasaran pertitik sepanjang 8 mm sebanyak 3 kali.



Gambar 2. Panjang penyayatan

2.2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan ialah metode eksperimental, dimana variabel bebas yaitu putaran spindle dengan variasi 275 rpm, 400 rpm, dan 605 rpm, dengan sudut potong dibuat tetap yakni 75°. Variabel terikatnya adalah tingkat kekasaran permukaan berdasarkan hasil sumbangan efektif. Sumbangan efektif (SE) adalah ukuran sumbangan suatu variabel predictor atau variabel independent terhadap variabel kriteria (dependent) dalam analisis regresi. Penjumlahan dari sumbangan efektif untuk semua variabel independent adalah sama dengan nilai yang ada pada koefisien determinasi atau R square (R²). Syarat untuk mendapatkan nilai SE adalah memiliki hasil analisis korelasi dan regresi. Rumus menghitung nilai SE adalah sebagai berikut :

$$SE_{(x)} = \beta (x) \times \text{Koefisien Korelasi}(x) \times 100\% \quad (1)$$

Variabel kontrol adalah Gerak makan = 0,076 (mm/rev) dan kedalaman potong = 0,2 (mm).

2.3. Prosedur Penelitian

Langkah-langkah eksperimen yang dilakukan pada penelitian ini sebagai berikut :

1. Menyiapkan spesimen uji dan peralatan-peralatan yang digunakan pada proses eksperimen.
2. Melakukan pemotongan specimen dengan panjang 80 mm
3. Memasang spesimen uji coba pada chuck yang terdapat pada mesin
4. Menghidupkan mesin bubut dan melakukan trial and error
5. Setelah mendapatkan kombinasi parameter yang tepat kemudian melepaskan specimen uji coba.

6. Memasang pahat baru yang telah diasah dengan sudut pemotongan 75°.
7. Memasang spesimen pada chuck dan menyeting parameter pada mesin bubut.
8. Menghidupkan mesin.
9. Melepaskan benda kerja dari chuck setelah proses pembubutan selesai.
10. Mengumpulkan hasil pemotongan dan memberikan nomor sesuai dengan spesimen uji.
11. Benda kerja yang telah dibubut diambil untuk melaksanakan proses pengujian kekasaran.
12. Spesimen uji hasil pemotongan diletakkan pada meja yang rata.
13. Surface roughness tester diaktifkan untuk melakukan proses pengukuran kekasaran permukaan sepanjang 8 mm sebanyak 3 kali.
14. Hasil kekasaran permukaan dapat dilihat pada layar display surface roughness tester.
15. Mencatat ulang kembali hasil pengukuran, untuk mendapatkan hasil kekasaran permukaan pada spesimen uji yang sama. Hal ini dilakukan berulang hingga mendapatkan 3 data nilai kekasaran aritmatika (Ra) pada tiap spesimen uji.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil

Hasil pengukuran kekasaran permukaan menggunakan alat ukur surface tester mitutoyo SJ-310 yang dilakukan pengujian sebanyak 3 kali pada variasi putaran spindle dan sudut sisi potong yang sama pada Material baja ST-42 ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengujian

Sudut Potong	Putaran Spindel (rpm)	Benda Uji	Tingkat Kekasaran (µm)			$\bar{x}Ra$
			A	B	C	
75	275	1	3.533	3.519	3.528	3.523
		2	5.814	5.723	5.777	5.771
		3	5.477	5.444	5.470	5.463
	400	1	3.743	3.670	3.66	3.691
		2	4.463	4.561	4.560	4.528
		3	5.254	5.251	5.084	5.196
	605	1	3.055	2.865	2.893	2.937
		2	4.523	4.523	4.525	4.523
		3	5.147	5.134	5.144	5.141

Data penelitian kemudian dihitung nilai rata-rata kekasaran permukaan per spesimen dan rata-rata kekasaran permukaan berdasarkan putaran spindle dan sudut sisi potong, menggunakan persamaan berikut:

1. Perhitungan rata-rata per specimen ($\bar{x} Ra$):

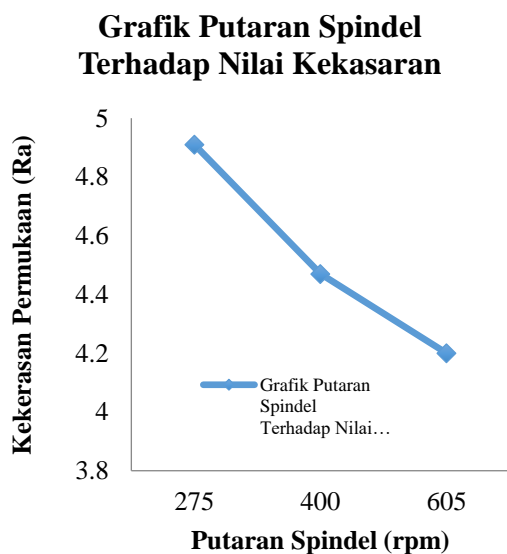
$$\bar{x} Ra = (Ra A + Ra B + Ra C) / 3$$

2. Perhitungan rata-rata per putaran spindel dan sudut potong (\bar{x} Ra Total)

$$\bar{x} \text{ Ra Total} = \frac{\bar{x} \text{ Ra } 1 + \bar{x} \text{ Ra } 2 + \bar{x} \text{ Ra } 3}{3}$$

3.2 Pembahasan

Sesuai hasil penelitian diperoleh hasil bahwa semakin besar kecepatan putaran spindel maka kekasaran permukaan material baja ST 42 akan semakin kecil yaitu sebesar 4,2 μm pada putaran spindel 605 rpm. Seperti terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik putaran spindel terhadap nilai kekasaran

Berdasarkan hasil uji statistik desain eksperimental diperoleh analisis menggunakan statistik eksperimental diperoleh nilai β sebesar -0.312 dan koefisien korelasinya 0,09 atau 90% sehingga dihitung sumbangan efektif pada sudut sisi potong 75° yang artinya pengaruh sudut 75° tidak mempengaruhi kekasaran permukaan material baja st 42.

Tabel 3. Kekasaran Permukaan berdasarkan ISO

Hasil	Kekasaran permukaan (μm)		
	275	400	605
Rata-rata Angka Kekasaran ISO Roughness	6.752	4.471	4.200
	N10	N8	N8
	3.2-12.5		

Nilai kekasaran permukaan rata-rata berdasarkan hasil perhitungan sumbangan efektif terkecil pada variasi putaran spindel dan sudut sisi potong, dimana

sumbangan efektif terkecil pada variasi putaran spindel 605rpm dan sudut sisi potong 75° yaitu menghasilkan nilai kekasaran permukaan yang paling rendah dengan nilai rata-rata kekasaran adalah 4,200 μm , menurut tabel toleransi kekasaran nilai tersebut termasuk kelas kekasaran N8 (ISO roughness number).

4. KESIMPULAN

Pencapaian tingkat kekasaran permukaan pada proses bubut konvensional dengan variasi putaran spindel = 275, 400, 605 Rpm dan sudut sisi potong 75° terhadap material baja ST 42 dengan menggunakan pahat HSS adalah N8-N10 yang tingkat kekasarannya dikategorikan normal dan kasar sesuai dengan cara pengerjaan. Tingkat kekasaran permukaan yang dicapai N8 – N10 masih dalam teoritis yang diizinkan dari hasil proses bubut (ISO Roughness Number)

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Raharjo, T. Widodo, and R. Bintarto, “Desain Manufaktur Bracket Aluminium,” *J. Rekayasa Mesin*, vol. 9, no. 2, pp. 119–125, 2018, doi: 10.21776/ub.jrm.2018.009.02.8.
- [2] M. Rizal, J. A. Ghani, Husni, and Husaini, “Design and construction of a strain gauge-based dynamometer for a 3-axis cutting force measurement in turning process,” *J. Mech. Eng. Sci.*, vol. 12, no. 4, pp. 4072–4087, 2018, doi: 10.15282/jmes.12.4.2018.07.0353.
- [3] A. Rudi Nasution and W. Septiawan Damanik, “Analisa Gaya Potong Pada Proses Pemesinan Turning Menggunakan Bahan Politetrafluoroetilena (PTFE),” *SiNTESa CERED Semin. Nas. Teknol. Edukasi dan Hum.*, vol. 2021, p. 1, 2021.
- [4] A. Fauzi and W. Sumbodo, “Pengaruh Parameter Pemakanan Terhadap Kekasaran Permukaan ST 40 pada Mesin Bubut CNC,” *J. Din. Vokasional Tek. Mesin*, vol. 6, no. 1, pp. 46–57, 2021, doi: 10.21831/dinamika.v6i1.38114.
- [5] R. M. Ratlalan, “Variasi Kecepatan Putaran Dan Kedalaman Gaya Potong Mesin Bubut Gedee Weiler LZ 330 G Terhadap Permukaan Baja Karbon ST 37,” *J. Rekayasa Mesin*, vol. 14, no. 3, pp. 113–120, 2019.
- [6] K. Anas, B. Maryanti, and K. Arifin, “Analisis Perbandingan Laju Spindle Terhadap Kekasaran Permukaan AISI 4140 Menggunakan Face Mill Analysis

- Comparison Of Spindle Rate Surface Roughness AISI 4140 Using Face Mill,” vol. 500, pp. 202–204, 2022, [Online]. Available: <http://jurnal.ftm.uniba-bpn.ac.id/index.php/REMIT/article/view/45/29>
- [7] A. Zubaidi, I. Syafa, and Darmanto, “Analisis Pengaruh Kecepatan Putar Dan Kecepatan Pemakanan Terhadap Kekasaran Permukaan Material F 4CD0 Pada Mesin Bubut CNC,” *Momentum*, vol. 8, no. 1, pp. 40–47, 2017.
- [8] M. Sabil, I. Yusuf, and Sumardi, “Pengaruh Variasi Putaran Spindel Dan Kedalaman Pemotongan Terhadap Kekasaran Permukaan Baja ST 60 Pada Proses Bubut Konvensional,” *J. Mesin Sains Terap. Vol.1 No. 1*, vol. 1, no. 1, pp. 1–6, 2017.
- [9] R. Wawanto, E. -, and A. -, “Studi Pengaruh Kecepatan Potong Dan Kedalaman Pemotongan Terhadap Kekasaran Permukaan Benda Hasil Pembubutan Menggunakan Pahat HSS Terhadap Material St41,” *Sprocket J. Mech. Eng.*, vol. 3, no. 1, pp. 58–64, 2021, doi: 10.36655/sprocket.v3i1.570.
- [10] B. Suroso and D. Prayogi, “Pengaruh Kecepatan Putaran Spindle Dan Kedalaman Penggerindaan Terhadap Kekasaran Permukaan Material Baja St 37 Menggunakan Mesin Bubut Bergerinda,” *J. Rekayasa Mater. Manufaktur dan Energi*, vol. 2, no. 1, pp. 24–33, 2019, doi: 10.30596/rmme.v2i1.3066.
- [11] I. Vol, “Propeller Jurnal Permesinan (PJP) THE EFFECT OF VARIATION OF ANGLE OF CUTTING TOOLS AND,” vol. I, no. 1, pp. 41–48, 2023, doi: 10.33172/pjp-v1.i1.
- [12] E. Apriansyah, T. Widagdo, and Z. Zainuddin, “Pengaruh Variasi Pendingin Dan Sudut Potong Terhadap Kekasaran Permukaan Benda Kerja Aluminium 6061,” *Austenit*, vol. 12, no. 1 SE-Articles, pp. 14–20, 2020, [Online]. Available: <https://jurnal.polsri.ac.id/index.php/austenit/article/view/1964>
- [13] Y. A. E. Indrawan, N. Helmi, A. Aziz, and Y. A. Putra, “Pengaruh Sudut Potong dan Kecepatan Putaran Spindel Terhadap Kekasaran Permukaan pada Proses Bubut Mild Steel ST 37,” *INVOTEK J. Inov. Vokasional dan Teknol.*, vol. 19, no. 2, pp. 29–36, 2019, doi: 10.24036/invotek.v19i2.582.
- [14] G. A. Rachman and A. M. Sakti, “Pengaruh Kedalaman Pemakanan, Jenis Pendinginan Dan Kecepatan Spindel Terhadap Kerataan Dan Kekasaran Permukaan Baja St 42 Pada Proses Bubut Konvensional,” *Pengaruh Kedalaman Pemakanan, Jenis Pendinginan dan Kecepatan Spindel*, vol. 2, no. 3, pp. 11–20, 2014.