

RESPON MATERIAL AKIBAT KEKERASAN PAHAT BUBUT HARDFACING TERHADAP NILAI KEKASARAN PERMUKAAN

**Irene Budayawati, Agustinus D. Betan, Amiruddin Abdullah,
Duran Hore, Fransisko Piri Niron, dan Lukas Lantang**

*Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Politeknik Negeri Kupang, Jl. Adisucipto PO. Box 139 Penfui Kota Kupang,
85251, Indonesia*

E-mail: irenebudayawati26@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui respons nilai kekerasan pahat bubut hardfacing hasil modifikasi mata potong terhadap kekasaran permukaan, sehingga dapat menghasilkan pahat bubut alternatif untuk mengatasi keterbatasan pengadaan alat potong di laboratorium demi meningkatkan kompetensi mahasiswa dan kualitas layanan bagi pengguna laboratorium. Metode yang digunakan meliputi tahap perancangan, persiapan, pembuatan, serta demonstrasi pada mesin bubut. Parameter pemesinan yang divariasikan meliputi kedalaman potong 0,1 mm, 0,2 mm, dan 0,3 mm; putaran mesin 320 rpm, 440 rpm, dan 540 rpm; dengan material kerja Aluminium, baja St 37, dan S45C. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai kekerasan maksimum pahat hardfacing adalah 65,16 HRC dengan nilai kekasaran permukaan 2,953 μm pada material baja St 37. Sementara itu, nilai kekerasan minimum sebesar 62,06 HRC menghasilkan kekasaran permukaan 3,521 μm pada material S45C. Untuk proses pemesinan, nilai kekasaran maksimum (paling kasar) tercatat 5,108 μm pada material baja St 37, sedangkan nilai kekasaran minimum (paling halus) sebesar 0,939 μm terjadi pada material Aluminium

Kata kunci: *Respon; kekerasan; pahat bubut; hardfacing; kekasaran permukaan*

Abstract

This study aims to determine the response of the hardness value of hardfaced lathe tools resulting from modified cutting edges—to surface roughness, in order to produce an alternative lathe tool that can address the limited availability of cutting tools in the laboratory and thereby improve student competence and service quality for users. The method employed includes the stages of design, preparation, fabrication, and demonstration on a lathe machine. The machining parameters varied in this study include cutting depths of 0.1 mm, 0.2 mm, and 0.3 mm; spindle speeds of 320 rpm, 440 rpm, and 540 rpm; and workpiece materials consisting of aluminum, St 37 steel, and S45C 50. The test results show that the maximum hardness of the hardfaced tool is 65.16 HRC, with a surface roughness value of 2.953 μm on St 37 steel. Meanwhile, the minimum hardness value of 62.06 HRC results in a surface roughness of 3.521 μm on S45C steel. In the machining process, the maximum (roughest) surface roughness recorded is 5.108 μm for St 37 steel, whereas the minimum (smoothest) roughness of 0.939 μm is occurred on aluminum material.

Keywords: *Response; hardness; lathe tool; hardfacing; surface roughness*

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi mesin industri semakin meningkat bertujuan menghasilkan produk berkualitas khususnya proses produksi yang menggunakan mesin perkakas seperti mesin bubut [1,2]. Mesin bubut berfungsi membentuk benda kerja silindris, beralur, tirus maupun berulir. Proses kerjanya memiliki gerak benda berputar pada pencekam (*chuck*) sementara pahat bubut dalam kondisi diam. Terjadi proses pemotongan akibat pergerakan eretan menghantar pahat potong (*tool post*)

mendekati benda kerja yang berputar sehingga menimbulkan gesekan dan menghasilkan panas [3–5]. Panas akibat gesekan sangat tinggi sehingga perlu pendinginan (*coolant*) untuk menjaga kondisi pahat tidak terdeformasi (terjadi keausan). Temperatur tinggi menyebabkan komposisi *additive* pendingin menurun sehingga fungsi pendinginan menjadi berkurang dan keausan pahat meningkat [6].

Persentase pemotongan logam dalam industri manufaktur menggunakan mesin bubut

mencapai 80%[7]. Begitupun dengan mesin bubut Harison T 300 konvensional di Laboratorium Teknologi Mechanic Politeknik Negeri Kupang. Mesin bubut ini digunakan sebagai penunjang praktikum mahasiswa Jurusan Teknik Mesin sejak tahun 1988 dan melayani kebutuhan konsumen dalam maupun luar kota Kupang di NTT. Jenis material yang dibubut adalah baja karbon rendah, baja karbon menengah, baja karbon tinggi, aluminium atau logam paduan[8–10].

Pahat bubut dipasaran terbuat dari bahan lunak sampai yang paling keras seperti baja karbon tinggi, HSS (*High Speed Steel*), paduan *cor non ferro*, karbida, keramik, *Cubic Boron Nitrides* (CBN) dan intan [11,12]. Masing masing memiliki harga berbeda-beda dari yang murah sampai yang paling mahal, sangat bergantung pada kualitas material pahat dalam menahan kondisi pemotongan teristimewa tegangan geser selama pemotong [13].

Kekerasan pahat bubut HSS antara 62 – 64 HRC dengan harga murah sehingga sangat cocok menekan biaya operasional pengadaan untuk mahasiswa praktikum bubut dengan UKT yang rendah [14]. Dalam skala bisnis pengerjaan produk konsumen dengan pahat HSS mampu menekan biaya produksi. Pahat bubut HSS mudah mengalami keausan sehingga perlu pengasahan (*grinding*). Keausan berdampak pada berkurangnya ukuran dimensi dan tidak dapat dijepit pada *tool post* [15]. Kekasaran permukaan sangat dipengaruhi oleh beberapa parameter pemesinan seperti kedalaman pemakanan, putaran mesin, kecepatan *feeding*, media pendinginan, dan respon material akibat kekerasan pahat bubut [16]. Kualitas hasil potong sangat tergantung pada kondisi pemotongan dimana kecepatan potong rendah dengan *feed* dan *depth of cut* yang besar menghasilkan permukaan kasar sebaliknya kecepatan potong tinggi dengan *feed* dan *depth of cut* kecil menghasilkan permukaan halus (*finishing*)[17]. Proses pemesinan menghasilkan kekasaran permukaan untuk komponen mesin yang difokus pada kehalusan permukaan dan akurasi dimensi produk jadi [18]. Kemampuan mesin adalah ukuran kemudahan atau kesulitan suatu material untuk dikerjakan dalam kondisi tertentu [19]. Untuk menekan besarnya biaya operasional di tengah pesatnya perkembangan industri maka mesin bubut konvensional Harison T 300 tetap menjadi pilihan untuk mencapai tujuan

pembelajaran dalam menghasilkan lulusan yang kompeten [20]. Kekurangan pengadaan pahat bubut HSS untuk praktikum mahasiswa masih menjadi kendala sampai sekarang dan harus dicarikan solusi penyelesaiannya kekasaran permukaan.

Dengan gambaran pemikiran tersebut di atas maka solusinya adalah dirancang sebuah pahat bubut alternatif. Pahat bubut alternatif ini dikembangkan dengan menggunakan pemegang dari baja karbon rendah dimana mata potongnya dilapisi kawat las *Edzona 290*.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Politeknik Negeri Kupang berkaitan dengan pembuatan pemegang pahat dari bahan baja karbon rendah dan proses selanjutnya mengenai pengelasan, pengasahan pahat *hardfacing* serta demonstrasi pemesinan bubut di laboratorium Polinema. Metode ini, peneliti mengubah atau memanipulasi satu variabel bebas dan mengamati pengaruhnya terhadap variabel lain yaitu variabel terikat dalam kondisi yang terkontrol. sehingga desain pengembangan dan hipotesis dapat dibandingkan dengan teori yang kuat demi menghasilkan penelitian eksperimen yang efektif [21]. Karena berkaitan dengan penelitian laboratorium maka adapun peralatan yang dipersiapkan adalah mesin las, mesin frais, mesin bubut Maximat V13 (gambar 1.) alat uji kekerasan (gambar 2), jangka sorong, *surface roughness tester*, kamera.

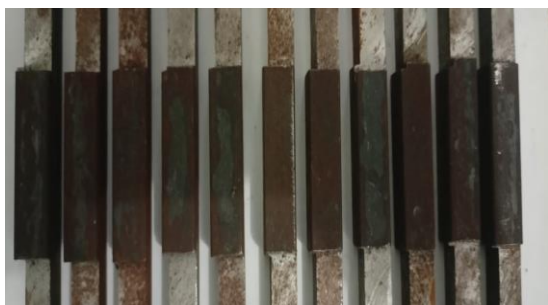


Gambar 1. Mesin bubut untuk demonstrasi pahat bubut *hardfacing*

Sementara bahan untuk penelitian ada beberapa seperti untuk pembuatan pemegang pahat dari besi kotak persegi St 37 ukuran 20 mm x 20 mm x 100 mm pada gambar 3.

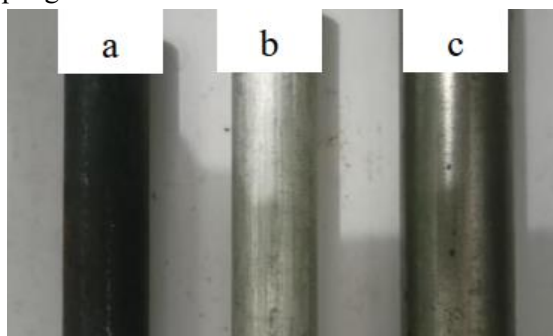


Gambar 2. Mesin uji kekerasan Darson Model MOPAO3



Gambar 3. Spesimen untuk pahat bubut alternatif.

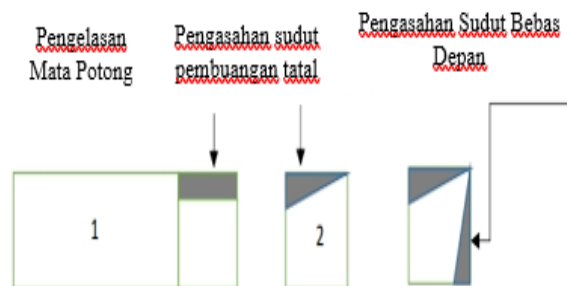
Dan untuk pembubutan ada tiga material yang dipilih baja St 37, S45C dan Aluminium. Tahapan eksperimen diawali dengan proses pengefraisan. Gambar 4.



Gambar 4. Spesimen bubut (a) besi St 37, (b) Aluminium (c) besi S45C untuk pembubutan

HASIL DAN PEMBAHASAN Proses Pembentukan Pahat Bubut *Hardfacing*

Proses pembentukan pahat bubut untuk tujuan penelitian ini secara umum dibagi dalam 4 tahapan yaitu proses desain, persiapan, pembuatan, demonstrasi di mesin bubut. Pada tahap desain dibuatkan sketsa gambar pahat bubut dengan pandangan depan dan samping sebagai gambaran proses pengerindaan pahat bubut alternatif. Gambar 3.



Gambar 5. Pandangan depan



Gambar 6. Pandang samping kanan



Gambar 7. Bentuk pahat potong *hardfacing*

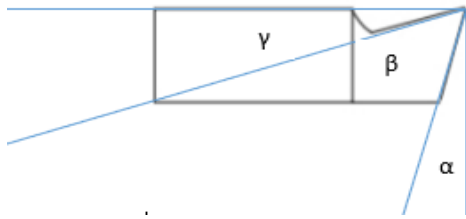
Proses pembuatan, demonstrasi untuk mendapat nilai kekasaran permukaan di mesin bubut Maximat V13 dilakukan setelah adanya persiapan peralatan maupun bahan. Pengelasan mata potong pahat bubut baja karbon rendah sebanyak 36 spesimen dengan kawat las *hardfacing Edzona 290* dengan spesifikasi (tabel 1.). Dari 36 spesimen tersebut tiap – tiap variasi proses perlakuan diwakili oleh empat spesimen kemudian hasil pengujiannya dirata-ratakan dan menghasilkan 9 data yang ditabelkan.

Tabel 1. Spesifikasi kawat las *Edzona 290*

<i>Technical Data</i>	<i>Recommended Amperages</i>
<i>Hardness 58 – 72 HRC</i>	<i>Current AC and DC (pole +)</i>
<i>Deposit C, Cr, W, Fe</i>	<i>Amperage 120-140 170-190</i>
	<i>Dia (mm) 4,0</i>

Spesimen tersebut dilas menggunakan mesin las SMAW dengan besar arus pengelasan 120 *Ampere* dan dilanjutkan proses pengerindaan

besar sudut potong (α , β , γ) untuk masing – masing jenis material dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 8. sudut mata potong pahat bubut

Untuk besar penggerindaan sudut potong (α , β , γ) dapat dilihat pada tabel 2.

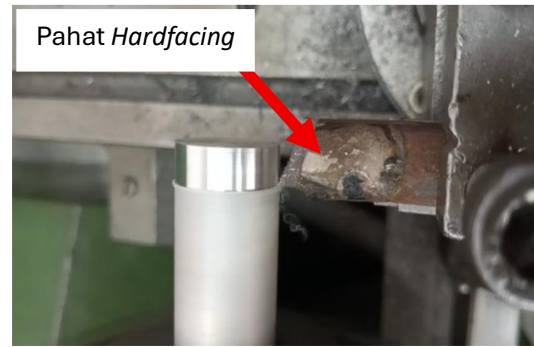
Tabel 2. Besar sudut mata potong pahat

Jenis Material	Sudut	Sudut	Sudut
	α	β	γ
St 37	8°	62°	20°
S45C	8°	67°	15°
Aluminium	10°	35°	45°

Demonstrasi Pahat Bubut *Hardfacing*

Demonstrasi pahat bubut *hardfacing* diawali dengan melakukan setting ketinggian pahat bubut setinggi titik sumbu benda kerja. Proses pembubutan dilakukan sesuai dengan parameter pemesinan, : putaran mesin (rpm), ketebalan potong (mm). Di samping itu kekerasan pahat bubut *hardfacing* dan jenis material yang dibubut. Dari hasil pengelasan kawat las *Edzona* pada spesimen baja karbon rendah diketahui terjadinya perubahan nilai kekerasan seperti informasi tabel 3.

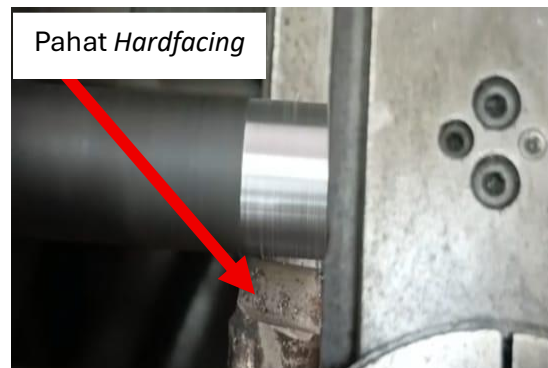
Berikut ini penyampaian hasil demonstrasi pada mesin Maximat V13 dan data hasil pengujian kekasaran permukaan untuk tiap kekerasan pahat bubut, putaran mesin, ketebalan potong dapat dilihat pada masing masing gambar 9,10, 11 dan table 3, 4, 5.



Gambar 9. Pembubutan material Aluminium dengan pahat *hardfacing*



Gambar 10. Pembubutan material S45C dengan pahat *hardfacing*



Gambar 11. Pembubutan material baja St 37 dengan pahat *hardfacing*

Tabel 3. Perbandingan hasil pengujian kekerasan pahat bubut *hardfacing* dengan kawat las *Edzona 290*

Kekerasan Kawat Las Edzona 290	Kekerasan Hasil Pengelasan
	65,15 HRC
	62,10 HRC
	63,06 HRC
57 – 72 HRC	62,30 HRC
	62,06 HRC
	63,16 HRC
	64,23 HRC
	64,50 HRC
	64,70 HRC

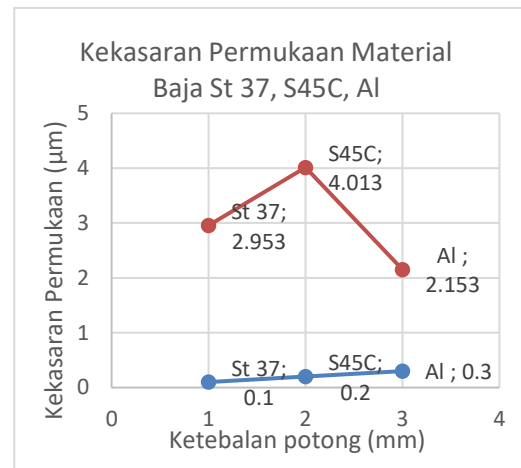
Data Hasil Pengujian Kekasaran Permukaan

Data hasil pengujian kekasaran permukaan (*surface roughness test*) dengan variasi parameter ketebalan potong tabel 4.

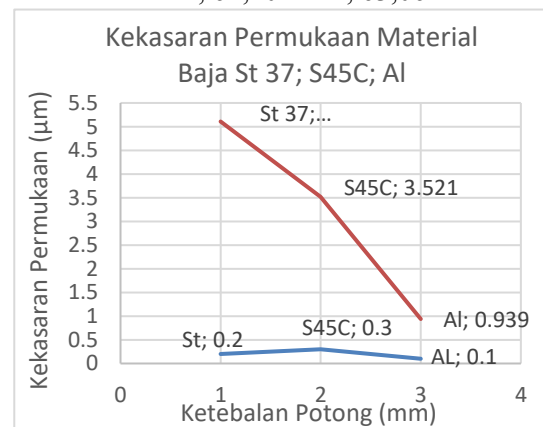
Tabel 4. Nilai kekasaran permukaan hasil pembubutan material baja St 37, S45C dan Aluminium dengan variasi ketebalan potong

Material	Ketebalan Potong (mm)	Kekasaran Permukaan Ra (μm)
St 37	0,1	2,953
S45C	0,2	4,013
Al	0,3	2,153
St 37	0,2	5,108
S45C	0,3	3,521
Al	0,1	0,939
St 37	0,3	1,659
S45C	0,1	3,839
Al	0,2	3,578

Dari tabel 3. dan tabel 4 selanjutnya akan diperlihatkan grafik 1; 2; 3; sebagai perbandingan nilai kekasaran permukaan dan ketebalan potong akibat variasi ketebalan potong pada material baja St 37, S45C dan Aluminium hasil proses eksperimen penggunaan mata potong yang telah dilapisi *hardfacing* kawat las *Edzona 290*



Grafik 1. kekasaran permukaan baja St 37, S45C, Aluminium dengan kekerasan masing masing pahat *hardfacing* berturut turut 65,15 HRC, 62,10 HRC, 63,06 HRC.



Grafik 2. kekasaran permukaan baja St 37, S45C, Aluminium dengan kekerasan masing masing pahat *hardfacing* berturut turut 62,30 HRC, 62,06 HRC, 63,16 HRC



Grafik 3. kekasaran permukaan baja St 37, S45C, Aluminium dengan kekerasan masing masing pahat *hardfacing*

berturut turut 64,23 HRC, 64,50 HRC,
 64,70 HRC

Dari grafik 1, 2 dan 3 di atas menunjukkan nilai kekasaran permukaan dari baja St 37, S45C, Aluminium. Nilai kekasaran permukaan dari *trend* grafik tersebut memperlihatkan respon sifat dari masing masing material itu sendiri dengan beberapa perlakuan yang diberikan. Dimana aluminium yang paling lunak menghasilkan nilai kekasaran permukaan relatif lebih halus (*finishing*) dengan nilai 0,939 μm . Sementara untuk baja St 37 bila dirata-ratakan nilai kekasarnya lebih rendah (halus) dibandingkan dengan S45C yang menghasilkan nilai kekasaran lebih tinggi (kasar). Ini merupakan hasil yang secara teoritis memberikan fenomena yang berbeda karena kekerasan pahat *hardfacing* yang digunakan untuk proses pembubutan baja St 37 dan S45C juga berbeda beda. Hal ini dapat terjadi diakibatkan kekerasan pahat yang tidak homogen di bagian mata potong *hardfacing* saat proses pengelasan.

Tabel 5. Pengaruh putaran, ketebalan potong terhadap nilai kekasaran permukaan

Material	Putaran Mesin (rpm)	Ketebalan Potong (mm)	Nilai Kekasaran Permukaan Ra (μm)
St 37	320	0,1	2,953
S45C	440	0,2	4,013
Al	540	0,3	2,153
St 37	440	0,2	5,108
S45C	540	0,3	3,521
Al	320	0,1	0,939
St 37	540	0,3	1,659
S45C	320	0,1	3,839
Al	440	0,2	3,578

Apabila merujuk tabel 5. benar terlihat bahwa dengan putaran dan ketebalan potong yang sama menunjukkan bahwa baja St 37 memiliki nilai kekasaran lebih rendah yaitu 2,953 μm (halus) dibandingkan S45C dengan kekasaran 3,839 μm . Namun secara keseluruhan rata rata nilai kekasaran permukaan untuk baja St. 37 lebih rendah (halus). dibandingkan nilai kekasaran permukaan S45C yang lebih tinggi (kasar). Alasan baja St 37 relatif lebih halus karena

pahat *hardfacing* yang digunakan relatif kekerasan lebih tinggi dibandingkan S45C. Walaupun demikian di lain proses pembubutan dengan kekerasan pahat untuk material S45C lebih tinggi dari baja St 37 sementara hasil kekasaran permukaan lebih halus baja St 37 dibandingkan dengan S45C. Tetapi bila dipandang dari jenis material yang dibubut dengan variasi ketebalan potong dan putaran mesin yang dioperasikan maka kekasaran permukaan yang dihasilkan dalam penelitian ini diterima secara teoritis karena masih sebanding dengan penelitian yang dilakukan sebelumnya [20] yang menggunakan pahat bubut HSS. Sehingga pahat bubut *hardfacing* dalam penelitian pahat bubut dikatan sebagai pahat bubut alternatif. Dengan adanya hasil penelitian ini menginstruksikan bahwa pahat bubut *hardfacing* sangat layak untuk menyeimbangi kekurangan pahat HSS, karbida demi melancarkan pembelajaran praktikum proses pemesinan.

SIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil perancangan, persiapan, pembuatan dan demonstrasi pahat bubut *hardfacing* pada mesin Maximat telah menunjukkan hasil yang sangat baik. Dimana nilai kekasaran permukaan yang dihasilkan masih mendekati nilai secara pemahaman teoritis. Dengan demikian maka pahat bubut *hardfacing* dengan mata potong dari kawat las Edzona 290 dapat dijadikan sebagai pahat alternatif dalam mengatasi capaian pembelajaran dan pelayanan bagi konsumen. Namun melihat beberapa kejadian yang ada disarankan untuk memperhatikan kondisi pemesinan saat ini dengan melakukan perawatan dan perbaikan komponen – komponen mesin yang mengalami gangguan kinerja selama pengoperasian.

UCAPAN TERIMAKASIH

Berjalannya penelitian ini didukung oleh berbagai pihak sehingga sudah sepantasnya tim peneliti mengucapkan limpah terima kasih kepada pimpinan Politeknik Negeri Kupang istimewa kepada P3M yang telah mempercayakan dana DIPA dengan No Kontrak. **123/PL.23.PPK.2/PL/2025.** Politeknik Negeri Malang yang sudah bersedia menjadi tempat dilaksanakannya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Jasasila. 2017. Peningkatan Mutu Pemeliharaan Mesin Pengaruhnya Terhadap Proses Produksi Pada Pt. Aneka Bumi Pratama (ABP) Di Kabupaten Batanghari. *J. Ilm. Univ. Batanghari Jambi*. **17**(3): 96.
2. Apreza S, Kurniawan Z, Subhan M. Optimasi Kekasaran Permukaan Proses Pembubutan Baja St. 42 Dengan Menggunakan Metode Taguchi. *J. Manutech*. **9**(1): 73.
3. Suwardi, Daryanto. Teknik Fabrikasi Pengerjaan Logam. Anggota IKAPI DIY Klitren Lor GK III/15, ed. Penerbit Gava Media, Jogyakarta. 2018.
4. Ikhtiardi I, Harahap MR, Nasution AH. 2015. Pengaruh Cutting Speed Terhadap Keausan Mata Pahat Karbida CVD Berlapis Pada Pembubutan Baja Aisi 1045. *Bul. Utama Tek. Vol.* **3814**(2): 121.
5. Damara D, Budimana H. Proses Pembuatan Shaft M36 Menggunakan Mesin Bubut di PT. Padina Baraya Jaya Seminar Teknologi Majalengka 4.0. Fakultas Teknik Universitas Majalengka 23 Agustus 2019.
6. Sahin O, Karayel D, Ertürk MA, Nart E, Seçgin Ö. 2024. Experimental Investigation of the Effects of Coolant Temperature on Cutting Tool Wear in the Machining Process. *Machines*. **12**(677): .
7. Fahrizal et al. 2022. Optimization Of Machine Parameters For Minimation Of Tool Wear In Low Carbon Steel Manufacturing. *J. Pendidik. Tek. Mesin Undiksha*. **10**(1): .
8. Paliling F, Simon CG, Sudirman Z, Lazarus R, Bethony FR, Jhoy Z. 2024. Analisis Pengaruh Kecepatan Spindle Dan Variasi Pahat Hss Terhadap Kekasaran Permukaan Baja ST 42 Dalam Proses Bubut Konvensional Dengan Metode Taguchi. *J. CRANKSHAFT*. **7**(2): 93.
9. Syach S, Nurrohkayati AS, Pranoto SH. 2022. Optimasi Parameter Untuk Kekasaran Permukaan Pada Proses Pembubutan Baja ST 37 Dengan Menggunakan Metode Taguchi Parameter Optimization For Surface Roughness In ST 37 Steel Turning Process Using Taguchi Method. *TEKNOSAINS J. Sains, Teknol. dan Inform.* **9**(2): 113.
10. Bahry NA, Nurrohkayati AS. 2022. Analisis Perubahan Temperatur Mata Pahat Karbida Pada Proses Pembubutan Baja AISI 1045 Dengan FEM-Simulation di PT . X Analysis of Changes in Carbide Cutting Tool Temperature in AISI 1045 Steel Turning Process With FEM-Simulation at PT . X. **9**: 65.
11. Nugroho S, Senoaji K. 2010. Karakterisasi Pahat Bubut High Speed Steel (HSS) Boehler Tipe Molibdenum (M2) Dan Tipe Cold Work Tool Steel (A8). *J. Tek. Mesin ROTASI*. **12**(4): 19.
12. Mahendra G, Liston S. 2022. Pengaruh Tebal Pemotongan Terhadap Keausan Pahat Karbida Pada Pembubutan Stainless Steel 316 Menggunakan Mesin Bubut. *PROFISIENSI J. Progr. Stud. Tek. Ind.* **10**(2): 141.
13. Yüksel S, Onat A. 2015. Investigation of CNC Turning Parameters by Using a Vortex Tube Cooling System. *Acta Phys. Pol. A*. **127**: 881.
14. Singgih ML, Industri JT. Faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas pendidikan pada perguruan tinggi Prosiding Seminar Nasional Teknoin 2008 Bidang Teknik Industri. Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya. pp 133–41.
15. Wiprayana IPGFA, Sujana IW. 2024. Analisis Keausan Pahat HSS (High Speed Steel) dan Kekasaran Hasil Pembubutan Baja ST 42. *J. Mesin Mater. Manufaktur dan Energi*. **4**(1): 5.
16. Muin SA. Dasar - Dasar Perancangan Perkakas dan Mesin - Mesin Perkakas. Penerbit Rajawali Press, Jakarta. 1986.
17. Sumarno, Gimin, Nas S. 2017. Dampak Biaya Kuliah Tunggal Terhadap Kualitas Layanan Pendidikan. *Kelola J. Manaj. Pendidik*. **4**(2): 184.
18. Wiyono S, Pramono A. 2016. Machine. *J. Tek. Mesin*. **2**(1): .
19. Puoza JC, Zhang T, Uba F, Kuusana Y, Ibrahim A. 2023. Experimental Optimization of High-precision Turning Parameters of AL6061 Materials for Automotive Industry Based on Grey

- 20 Relational Analysis. *Int. J. Automot. Mech. Eng.* **20**(4): 10878.
Betan AD, Abdullah A, Yokasing YB. 2023. The Sharpening effect on Chisel for turning the surface of casted Piston Waste. *J. Progr. Stud. Tek. Mesin UM*
- 21 Metro. **12**(02): 182.
Cash P, Isaksson O, Maier A, Summers J. 2022. Sampling in design research: Eight key considerations. *Des. Stud.* **78**: 101077.