

**Analisis parameter proses pembubutan terhadap kekasaran permukaan
baja ST 37 menggunakan metode taguchi**
*Analysis of turning process parameters of ST 37 steel surface roughness using
the taguchi method*

Wildan¹, Anis Siti Nurrohkayati^{1*}

* Prodi Teknik Mesin, Fakultas sains dan Teknologi, Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur, Jl. Ir. H. Juanda No.15, Sidodadi, Kec. Samarinda Ulu, Samarinda, Kalimantan Timur, Indonesia

*E-mail: asn826@umkt.ac.id

Article Submit: 21/11/2022

Article Revision: 29/12/2022

Article Accepted: 01/01/2023

Abstrak. Mesin bubut merupakan mesin perkakas yang banyak digunakan untuk pembuatan komponen mesin. Pada proses pembubutan, hasil berkualitas tinggi dapat dilihat dari bentuk, kepresisian ukuran, dan kekasaran permukaan benda kerja. Untuk mendapatkan tingkat kekasaran yang diinginkan, sebelum melakukan proses pemesinan agar memperhatikan faktor-faktor yang nantinya akan mempengaruhi kualitas produk. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui parameter apa saja yang berpengaruh terhadap kekasaran permukaan dan apa kombinasi yang sesuai untuk mendapatkan nilai kekasaran yang optimal pada proses pembubutan. Material yang digunakan pada penelitian ini adalah Baja ST 37 dan mata pisau HSS dengan metode yang digunakan adalah metode Taguchi. Pada rancangan penelitian ini, *Orthogonal Array* yang digunakan adalah $L8 (2^5)$ yang dimana penelitian dilakukan 8 kali percobaan dan 4 kali pengulangan, dengan 5 faktor dan 2 level. Selanjutnya hasil pembubutan dilakukan uji kekasaran menggunakan *Surface Roughness Tester* untuk mengetahui nilai kekasarannya. Setelah didapatkan nilai kekasaran selanjutnya dianalisis menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) untuk mengetahui parameter dan level yang berpengaruh terhadap kekasaran permukaan hasil proses pembubutan. Hasil analisis didapatkan bahwa parameter yang berpengaruh terhadap kekasaran permukaan yaitu gerakan pemakanan, arah sudut *tool post* dan kedalaman potong, sedangkan parameter yang tidak berpengaruh yaitu kecepatan spindle dan pendingin. Adapun kombinasi untuk mendapatkan nilai kekasaran yang optimal adalah kecepatan spindle 350 rpm, gerakan pemakanan 0,059 mm/rad, kedalaman potong 0,5 mm, pendingin menggunakan dromus dan arah sudut *tool post* 5° kekiri.

Kata kunci: ANOVA; kekasaran permukaan; metode taguchi; pembubutan; *orthogonal array*.

Abstract. The lathe is a machine tool that is frequently employed in the production of machine parts. The workpiece's shape, size accuracy, and surface roughness are all indicators of how well the turning process worked. Prior to beginning the machining process, consider the variables that may impact product quality in order to achieve the appropriate amount of roughness. The goal of this study is to identify the factors that influence surface roughness and the best combinations to achieve the ideal roughness value while turning. ST 37 steel and HSS blades were the materials used in this investigation, and the Taguchi method was employed. In this study's research design, an orthogonal array called $L8 (2^5)$, with 8 trials and 4 repetitions, 5 factors, and 2 levels, was employed. In order to calculate the value of its roughness, the turning results were also examined for roughness using a *Surface Roughness Tester*. *Analysis of Variance* (ANOVA) is used to examine the roughness value after it has been obtained to identify the factors and levels that influence the turning process's surface roughness. According to the analysis's findings, spindle speed and coolant have no bearing on the parameters that determine surface roughness, although infeed movement, tool post angle orientation, and depth of cut do. Spindle speed 350 rpm, feed movement 0.059 mm/rad, depth of cut 0.5 mm, coolant utilizing dromus, and tool post angle 5° to the left are the parameters that must be combined to obtain the ideal roughness value.

Keywords: ANOVA; *orthogonal array*; surface roughness; turning; taguchi method.

1. PENDAHULUAN

Pada proses pembubutan, untuk memproduksi suatu barang harus benar-benar menghasilkan produk yang maksimal, presisi sesuai dengan ukuran dan kekasaran yang dikehendaki. Pembubutan



JTMM: Jurnal Terapan Teknik Mesin is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

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 [1]. Pembubutan sendiri adalah proses pemakanan benda kerja yang pemakaiannya dilakukan dengan memutar benda kerja kemudian dikenakan pada pahat yang digerakkan secara translasi [2]. Adapun parameter utama yang dapat diatur pada mesin bubut terbagi menjadi tiga yaitu kecepatan putaran spindle (*speed*), kedalaman potong (*depth of clutch*) dan gerak makan (*feed*). Material dan jenis pahat juga memiliki pengaruh, akan tetapi tiga parameter diatas merupakan bagian yang bisa langsung diatur oleh operator di mesin bubut [3].

Mesin bubut memerlukan alat potong yang disebut dengan pahat bubut. Pahat bubut digunakan untuk mendapatkan toleransi, bentuk tertentu, ataupun derajat kehalusan permukaan dari benda kerja. Pahat bubut yang digunakan dalam proses pembubutan bermacam-macam bentuknya sesuai dari kontur yang dikehendaki [4]. 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 [5][6]. Kualitas pembubutan benda kerja sangat dipengaruhi oleh jenis pahat. Pahat bubut HSS adalah baja karbon tinggi yang mengalami perlakuan panas (*heat treatment*) sehingga kekerasannya menjadi tinggi dan tahan terhadap temperatur yang tinggi [7].

Penggunaan baja mengalami peningkatan yang cukup besar pada industri manufaktur. Salah satu jenis baja yang banyak digunakan adalah baja ST 37 yang dimana baja ST 37 adalah baja karbon rendah yang mempunyai sifat mudah ditempa dan mudah diproses permesinan. Baja ST 37 pada umumnya banyak digunakan untuk pembuatan roda gigi, poros dan baut [8]. Baja ST 37 merupakan suatu material yang memiliki 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/mm² [9].

Pekerjaan mesin memiliki kualitas permukaan (tingkat kekasaran) yang berbeda tergantung dari fungsinya, sehingga efisiensi permukaan lebih sesuai dengan penggunaannya. Kekasaran suatu komponen mesin selalu berhubungan dengan gesekan terhadap komponen lainnya sehingga kekasaran permukaan menjadi suatu hal yang harus diperhatikan karena memiliki pengaruh terhadap suatu rangkaian mesin. Kekasaran permukaan yang tinggi pada rangkaian mesin yang berputar dapat mengakibatkan keausan yang cepat, sehingga komponen akan cepat rusak dan menyebabkan efisiensi kerja menjadi menurun [10]. Ada beberapa faktor yang menjadi penyebab kekasaran permukaan, seperti mekanisme parameter pemotongan, media pendingin, geometri dan dimensi pahat, cacat material maupun cacat pada aliran beram [11]. Salah satu indikator dari 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 mikroskopik [12][13].

Penelitian tentang optimasi parameter untuk kekasaran permukaan pada proses pembubutan baja ST 37 dengan menggunakan metode taguchi. Dari lima parameter yang digunakan (kecepatan spindle, gerakan pemakanan, kedalaman potong, pendinginan dan gerakan eretan), gerakan eretan memegang peranan yang sangat penting terhadap kekasaran permukaan yang dimana eretan otomatis menghasilkan kekasaran yang lebih rendah dibanding parameter lainnya. Untuk mendapatkan kekasaran yang optimal dimana kecepatan spindle 345 rpm, gerakan pemakanan 0,051 mm/rad, kedalaman potong 1 mm, pendinginan kering dan gerakan eretan otomatis [14].

Pada penelitian sebelumnya gerakan eretan otomatis merupakan faktor yang paling berpengaruh terhadap kekasaran permukaan. Berdasarkan pengamatan lapangan, arah sudut *tool post* kurang diperhatikan oleh operator dan hanya menyeting sesuai keinginan. Oleh karena itu penelitian ini nantinya akan menganalisis parameter yang terdiri dari kecepatan spindle, gerakan pemakanan, kedalaman potong, pendingin dan arah sudut *tool post*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui parameter apa saja yang memiliki pengaruh terhadap kekasaran permukaan dan apa kombinasi yang sesuai untuk mendapatkan nilai kekasaran yang optimal pada proses pembubutan. Adapun metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode Taguchi, dan selanjutnya hasil pembubutan dan uji kekasaran akan dianalisis menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) untuk

mengetahui parameter dan level apa saja yang berpengaruh terhadap kekasaran permukaan hasil pembubutan.

2. METODE

Metode yang digunakan pada penelitian ini menggunakan metode Taguchi [15]. Penelitian ini menggunakan mesin bubut konvensional, material yang digunakan adalah baja ST 37 dan mata pisau jenis HSS. Rancangan percobaan menggunakan L 8 (2^5) yang telah dirancang oleh *orthogonal array* [16]. Selanjutnya dilakukan proses pembubutan dan uji kekasaran. Hasil uji kekasaran kemudian dianalisis menggunakan ANOVA [15]. Adapun penelitian ini menggunakan dua faktor yaitu, faktor kontrol dan *noise factor*. Faktor pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 1 dan tabel 2.

2.1 Faktor kontrol

Faktor kontrol terdiri dari 5 parameter dengan masing masing parameter terdiri dari 2 level. Adapun parameter dan level dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Faktor kontrol

Faktor Kontrol	Level	
	1	2
A Kecepatan Spindel	235	350
B Gerakan Pemakanan	0,059	0,118
C Kedalaman Potong	0,5 mm	1 mm
D Pendingin	Udara Bebas	Dromus
E Arah Sudut <i>Tool Post</i>	5° Ke kiri	5° Ke kanan

2.2 Noise factor

Noise factor terdiri dari 3 faktor dan masing-masing faktor terdiri dari 2 level. Adapun *noise factor* dan level terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2. Noise factor

Noise Factor	Level	
	1	2
X Suhu ruangan	Dingin	Panas
Y Ketajaman pahat	Tajam	Tidak
Z Kondisi operator	Fit	Kurang Fit

2.3 Rancangan penelitian

Rancangan penelitian ini menggunakan L 8 (2^5) berdasarkan rancangan dari *orthogonal array* yang dimana dilakukan 8 kali percobaan dan 4 kali pengulangan, 5 faktor dan 2 level. Adapun rancangan penelitian pada Tabel 3.

Tabel 3. Rancangan penelitian

Trial	A	B	E C x D	C	A x C	A x D	D	Z				Total	Rata-rata
								1	2	2	1		
								Y					
								1	2	1	2		
								X					
								1	1	2	2		
								Nilai Kekasaran					
								y1	y2	y3	y4		
1	1	1	1	1	1	1	1						
2	1	1	1	2	2	2	2						
3	1	2	2	1	1	2	2						
4	1	2	2	2	2	1	1						
5	2	1	2	1	2	1	2						
6	2	1	2	2	1	2	1						
7	2	2	1	1	2	2	1						
8	2	2	1	2	1	1	2						

2.4 Alat dan bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:









- a) Mesin bubut konvensional
- b) Mesin gergaji potong
- c) Dial indikator
- d) Jangka sorong skala 0,05
- e) Pahat bubut HSS 5/8 x 6
- f) Dromus
- g) Baja ST 37
- h) *Surface Roughness Tester*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil proses pembubutan

Setelah ditentukan rancangan percobaan, selanjutnya dilakukan proses pembubutan. Adapun hasil proses pembubutan terdapat pada [Tabel 4](#).

Tabel 4. Hasil proses pembubutan

<i>Trial</i>	Kecepatan Spindel (Rpm)	Gerakan Pemakanan (mm/rad)	Kedalaman Potong (mm)	Pendingin	Arah Sudut Tool Post	Hasil
1	235	0,059	0,5	Udara Bebas	5° Ke kiri	
2	235	0,059	1	Dromus	5° Ke kiri	
3	235	0,118	0,5	Dromus	5° Ke kanan	
4	235	0,118	1	Udara Bebas	5° Ke kanan	
5	350	0,059	0,5	Dromus	5° Ke kanan	
6	350	0,059	1	Udara Bebas	5° Ke kanan	
7	350	0,118	0,5	Udara Bebas	5° Ke kiri	
8	350	0,118	1	Dromus	5° Ke kiri	

Proses pembubutan dilakukan sebanyak 8 *trial* dengan masing-masing *trial* dilakukan pengulangan sebanyak 4 kali. Adapun material yang dibubut adalah diameter 25,4 mm dan panjang 60 mm dengan pengeckaman pada *chuck* sepanjang 15 mm dan panjang pembubutan 30 mm.

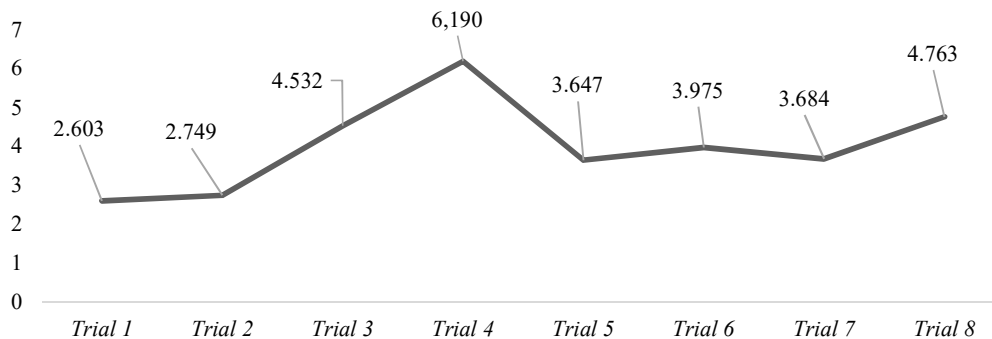
3.2 Hasil uji kekasaran

Setelah dilakukan proses pembubutan, selanjutnya dilakukan uji kekasaran untuk mendapatkan nilai kekasaran permukaan pada material. Adapun hasil uji kekasaran terdapat pada [Tabel 5](#).

Tabel 5. Hasil uji kekasaran

Nilai Kekasaran				Total	Rata-rata
r1	r2	r3	r4		
2,473	2,575	2,628	2,736	10,412	2,603
2,669	2,805	2,947	2,577	10,998	2,749
3,744	4,074	3,940	6,372	18,13	4,532
5,196	6,352	6,375	6,838	24,761	6,190
3,260	3,557	3,708	4,065	14,59	3,647

Nilai Kekasaran				Total	Rata-rata
r1	r2	r3	r4		
4,514	4,415	3,220	3,753	15,902	3,975
3,625	3,617	3,791	3,705	14,738	3,684
4,974	4,563	4,552	4,963	19,052	4,763



Gambar 1. Grafik nilai rata-rata kekasaran hasil pembubutan

Nilai kekasaran didapatkan dari kombinasi parameter hasil pembubutan yang dilakukan pada tabel 4 dengan delapan kali percobaan dengan empat kali pengulangan. Adapun alat yang digunakan untuk melakukan uji kekasaran menggunakan DRT320 *Surface Roughness Tester*.

Gambar 1 didapatkan nilai rata-rata yang didapatkan hasil uji kekasaran dari proses pembubutan dapat dilihat bahwa nilai kekasaran yang paling rendah dihasilkan oleh kombinasi pada *trial 1* dengan setingan kecepatan spindel 235 rpm, gerakan pemakanan 0,059 mm/rad, kedalaman potong 0,5 mm, pendingin udara bebas dan arah sudut *tool post* 5° ke kiri dengan nilai kekasaran 2,603 µm sedangkan nilai kekasaran tertinggi dihasilkan oleh kombinasi pada *trial 4* dengan setingan kecepatan spindel 235 rpm, gerakan pemakanan 0,118 mm/rad, kedalaman potong 1 mm, pendingin udara bebas dan arah sudut *tool post* 5° ke kanan dengan nilai kekasaran 6,190 µm. Berdasarkan standar kekasaran manufaktur pada proses *turning* (pembubutan) dengan standar nilai kekasaran yaitu 0,5 – 6 µm [10] [15], sehingga nilai kekasaran yang dihasilkan dari kombinasi pada *trial 4* tidak termasuk dalam standar kekasaran proses pembubutan.

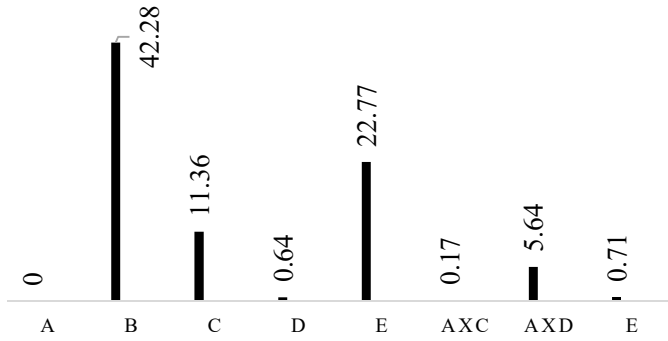
3.3 Hasil *Analysis of Variance* (ANOVA)

Perhitungan ANOVA dilakukan untuk mengetahui parameter dan level apa saja yang berpengaruh terhadap kekasaran permukaan. Adapun hasil perhitungan dapat dilihat pada [Tabel 6](#)

Tabel 6. Hasil ANOVA

Source	SS	v	V	F	P
A	0,00	1	0,00	0,00	0,00
B	19,19	1	19,19	59,20	42,28
E	10,33	1	10,33	31,88	22,77
C	5,15	1	5,15	15,90	11,36
A x C	0,08	1	0,08	0,24	0,17
A x D	2,56	1	2,56	7,89	5,64
D	0,29	1	0,29	0,89	0,64
e	7,78	24	0,32		0,71
T	45,38	31			100

Berdasarkan hasil perhitungan ANOVA tersebut didapatkan bahwa faktor B (gerakan pemakanan) memiliki pengaruh paling besar terhadap kekasaran permukaan dengan nilai SS yang dihasilkan yaitu 19,19 dengan persentase kontribusi sebesar 42,28 %. Sedangkan faktor A (kecepatan spindel) pada penelitian ini tidak memiliki pengaruh terhadap kekasaran permukaan hasil proses pembubutan dengan nilai SS yang dihasilkan adalah nol, sesuai dengan [Gambar 2](#)



Gambar 2. Persentase kontribusi faktor

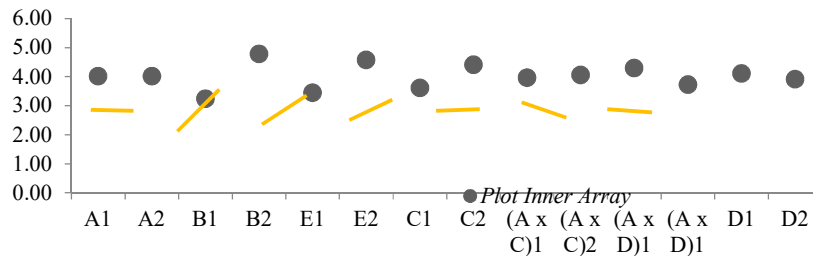
Analisis ANOVA menggunakan analisis statistik uji F dimana F_{hitung} harus lebih besar dibandingkan dengan F_{tabel} untuk mengetahui faktor yang berpengaruh terhadap kekasaran permukaan [12]. Jika F_{hitung} lebih besar dari F_{tabel} maka H_0 diterima dan H_2 ditolak, dimana H_0 terdapat pengaruh faktor-faktor terhadap kekasaran permukaan sedangkan H_2 tidak terdapat pengaruh terhadap kekasaran permukaan hasil pembubutan. Ada 3 faktor yang berpengaruh terhadap kekasaran permukaan. Faktor B (gerakan pemakanan) adalah faktor yang paling berpengaruh terhadap kekasaran permukaan hasil pembubutan dengan nilai F_{hitung} 59,20, kemudian faktor E (arah sudut *tool post*) dengan nilai F_{hitung} 31,88 dan faktor C (kedalaman potong) dengan nilai F_{hitung} 15,90. Sedangkan faktor yang tidak berpengaruh terhadap kekasaran permukaan yaitu faktor D (pendingin) dengan nilai F_{hitung} 0,89 dan faktor A (kecepatan spindle) dengan nilai F_{hitung} nol atau faktor tersebut tidak berpengaruh.

3.4 S/N Ratio effect

Metode Taguchi memiliki karakteristik kualitas untuk menentukan hasil analisis. Penelitian ini menggunakan karakteristik *smaller the better* (lebih kecil lebih baik) yang dimana semakin rendah atau semakin kecil nilainya, maka semakin baik. **Tabel 7** *S/N Ratio Effect* digunakan untuk mengetahui level yang optimum dari parameter-parameter yang digunakan pada proses pembubutan.

Tabel 7. *S/N ratio effect*

	A	B	$\frac{E}{C \times D}$	C	A x C	A x D	D
Level 1	4,02	3,24	3,45	3,62	3,97	4,30	4,11
Level 2	4,02	4,79	4,59	4,42	4,07	3,74	3,92
Effect	0,00	1,55	1,14	0,80	0,10	0,57	0,19
Rank	7	1	2	3	6	4	5
Optimum		B1	E1	C1			D2



Gambar 3. Mean effect s/n ratio

Berdasarkan **Gambar 3** perhitungan *S/N ratio effect* diatas didapatkan level yang optimum dan tingkatan pengaruhnya terhadap kekasaran permukaan. Adapun nilai optimum yang didapatkan berdasarkan urutan peringkatnya sebagai berikut:

- a. Faktor B (Gerakan pemakanan) dengan nilai optimum pada level 1 (0,059 mm/rad).

- b. Faktor E (Arah sudut *tool post*) dengan nilai optimum pada level 1 (5° ke kiri).
- c. Faktor C (Kedalaman potong) dengan nilai optimum pada level 1 (0,5 mm).
- d. Faktor D (Pendinginan) dengan nilai optimum pada level 2 (Dromus).
- e. Faktor A (Kecepatan spindle) memiliki nilai yang sama sehingga pada penelitian ini level 1 dan level 2 adalah nilai yang optimum.

Pada faktor B dan D jika gerakan pemakanan dan kedalaman potong semakin kecil maka akan menghasilkan nilai kekasaran yang kecil pula. Sedangkan pada faktor B arah sudut *tool post* kekiri menghasilkan nilai kekasaran yang lebih kecil dari arah sudut *tool post* kekanan dan pembubutan lebih optimal menggunakan media pendingin dromus. Pada faktor A kecepatan spindle pada penelitian ini tidak berpengaruh atau dapat dikatakan level 1 dan level 2 adalah nilai yang optimum.

3.5 Konfirmasi tes

Setelah didapatkan level yang optimum dari masing-masing parameter selanjutnya dilakukan konfirmasi tes untuk mengkonfirmasi bahwa data yang didapatkan dari level parameter memiliki nilai kekasaran permukaan yang paling rendah. Adapun nilai kekasaran yang didapatkan dari konfirmasi tes dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil eksperimen konfirmasi

	Sampel	Nilai Kekasaran
Eksperimen	r1	2,043
Konfirmasi	r2	2,268
	r3	2,298
	r4	2,477
Total		9,086
Rata-Rata		2,271

Proses pembubutan dilakukan sebanyak 4 kali pengulangan dengan setingan kombinasi kecepatan spindle 350 rpm, gerakan pemakanan 0,059 mm/rad, kedalaman potong 0,5 mm, pendingin menggunakan dromus dan arah sudut *tool post* 5° ke kiri. Setelah dilakukan proses pembubutan selanjutnya dilakukan uji kekasaran untuk mengetahui nilai kekasaran yang dihasilkan dari kombinasi parameter tersebut sudah sesuai dengan karakteristik *smaller the better* (lebih kecil lebih baik).

Berdasarkan nilai kekasaran yang didapatkan, nilai rata-rata kekasaran yang dihasilkan dari eksperimen konfirmasi yaitu 2,271 μm . Nilai kekasaran tersebut lebih kecil jika dibandingkan dengan nilai rata-rata paling rendah pada kombinasi *trial* 1 dengan rata-rata nilai kekasaran yaitu 2,603 μm , sehingga kombinasi parameter dari konfirmasi tes ini dapat dinyatakan sebagai kombinasi parameter yang optimal dan sesuai dengan karakteristik *smaller the better* (lebih kecil lebih baik).

4. SIMPULAN

Setelah dilakukan pengujian dan perhitungan dari proses pembubutan maka didapatkan kesimpulan bahwa faktor yang memiliki pengaruh terhadap kekasaran permukaan yaitu Faktor B (gerakan pemakanan). Faktor B merupakan faktor yang berpengaruh terhadap kekasaran permukaan hasil pembubutan dengan nilai F_{hitung} 59,20, kemudian faktor E (arah sudut *tool post*) dengan nilai F_{hitung} 31,88 dan selanjutnya faktor C (kedalaman potong) dengan nilai F_{hitung} 15,90. Sedangkan faktor yang tidak berpengaruh terhadap kekasaran permukaan yaitu faktor D (pendingin) dengan nilai F_{hitung} 0,89 dan faktor A (kecepatan spindle) dengan nilai F_{hitung} nol. Adapun kombinasi parameter pada penelitian ini untuk mendapatkan kekasaran permukaan yang optimal adalah kecepatan spindle 350 rpm, gerakan pemakanan 0,059 mm/rad, kedalaman potong 0,5 mm, pendingin menggunakan dromus dan arah sudut *tool post* 5° ke kiri.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh rekan Program Studi S1 Teknik Mesin yang telah membantu dalam proses penelitian ini, dan juga penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur dan Badan Pelatihan Vokasi dan Produktivitas (BPVP) Samarinda yang

telah memberikan sarana penunjang sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik

REFERENSI

- [1] R. Poeng and F. P. Sappu, "Penguujian Kecepatan Cairan Pendingin Terhadap Kekasaran Permukaan Benda Kerja Pada Proses Bubut Knuth Dm 1000 a," *J. Tekno Mesin*, vol. 7, no. 1, pp. 1–7, 2021.
- [2] R. A. Mahendra, M. R. A. Anggara, K. E. Kapel, A. M. Mifthahudin, K. I. Pratama, and F. Rahmadianto, "Analisa Efektifitas Uji Kekasaran Permukaan Baja ST 42 Dengan Variabel Mekanik Mesin Dengan Metode Taguchi," *Maret 2021 J. JMMME*, vol. 1, no. 1, p. 5, 2021.
- [3] R. Putra and M. Al Huda, "OPTIMASI DESAIN PARAMETER UNTUK MENGHILANGKAN CACAT OVALITY PADA PROSES PEMESINAN PEMBUATAN PRODUK WELLHEAD," *J. ASIIMETRIK J. Ilm. Rekayasa Inov.*, vol. 2, no. 2, 2020, doi: 10.35814/asiimetrik.v2i2.1372.
- [4] E. Nugroho, "Dengan Menggunakan Toolpost Segmentasi Pada Mesin Bubut Merk Knuth Tipe Turnado 230 Terhadap Efisiensi," *J. Tek. mesin Univ. Muhammadiyah Metro*, vol. 6, no. 1, pp. 62–75, 2017.
- [5] A. Pengaruh *et al.*, "Seminar Nasional Industri dan Teknologi, Politeknik Negeri Bengkalis Oktober 2019, hlm," pp. 160–178, 2019.
- [6] Pramuko Ilmu Purboputro, Patna Partono, and Radix Ekaputra, "The analysis of carbon carburizing of ST 60 steel with 80 mesh due to hardness and microstructure," *JTTM J. Terap. Tek. Mesin*, vol. 3, no. 2, pp. 80–88, 2022, doi: 10.37373/jttm.v3i2.297.
- [7] K. Sutrisna, I. N. P. Nugraha, and K. R. Dantes, "Pengaruh Variasi Kedalaman Potong Dan Kecepatan Putar Mesin Bubut Terhadap Kekasaran Permukaan Benda Kerja Hasil Pembubutan Rata Pada Bahan Baja St 37," *J. Pendidik. Tek. Mesin Undiksha*, vol. 5, no. 3, 2019, doi: 10.23887/jjtm.v5i3.20248.
- [8] A. B. Prasetyo, "Aplikasi Metode Taguchi Pada Optimasi Parameter Pemesinan Terhadap Kekasaran Permukaan dan Keausan HSS Pada Proses Bubut Material ST 37," *Mekanika*, vol. 13, no. 2008, pp. 86–97, 2015.
- [9] R. R. Aminuddin, A. wibawa B. Santoso, and H. Yudo, "JURNAL TEKNIK PERKAPALAN 37 sebagai Bahan Poros Baling-baling Kapal (Propeller Shaft) setelah Proses Tempering," *J. Tek. Perkapalan*, vol. 8, no. 3, pp. 368–374, 2020.
- [10] Karmin, M. Ginting, and Yunus. Moch, "Analisa Kekasaran Permukaan Hasil Proses Pengampelasan Terhadap Logam Dengan Perbedaan Kekerasan," *J. Austenit*, vol. 5, no. 2, pp. 1–7, 2013.
- [11] P. Arsana, I. N. Pasek Nugraha, and K. R. Dantes, "PENGARUH VARIASI MEDIA PENDINGIN TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN BENDA KERJA HASIL PEMBUBUTAN RATA PADA BAJA ST. 37," *J. Pendidik. Tek. Mesin Undiksha*, vol. 7, no. 1, 2019, doi: 10.23887/jjtm.v7i1.18746.
- [12] P. Kecepatan, P. Spindle, D. Kedalaman, M. Mesin, and B. Bergerinda, "3066-5353-2-Pb," vol. 2, no. 1, pp. 24–33, 2019.
- [13] N. A. Bahry and A. S. Nurrohkayati, "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," vol. 9, pp. 65–73, 2022.
- [14] Sabaruddin Syach, Anis Siti Nurrohkayati, and Sigiet Haryo Pranoto, "Optimasi parameter untuk kekasaran permukaan pada proses pembubutan baja ST 37 dengan menggunakan metode taguchi," *TEKNOSAINS J. Sains, Teknol. dan Inform.*, vol. 9, no. 2, pp. 113–120, 2022, doi: 10.37373/tekno.v9i2.248.
- [15] N. Hayati, "Optimasi Kondisi Pirolisis dan Pengeringan pada Proksimat Arang Tempurung Kelapa dengan Metode Taguchi," *J. Simetris*, vol. 12, no. 1, pp. 6–12, 2018.
- [16] S. Apriyanti, T. Tamalika, and ..., "Optimasi Parameter Produksi Batu Bata Ringan Dari Sekam Padi Menggunakan Desain Eksperimen Taguchi," ... *Appl. Innov.* ..., 2019.