

Analisa Kekasaran Permukaan pada Pembubutan Baja AISI 1045 dengan Uji Anova dan Scheffe

Surface Roughness Analysis in Turning of AISI 1045 Steel with Anova and Scheffe Test

Am. Mufarrih^{1,*}, Hesti Istiqlaliyah², Mohammad Zaenal Fanani³

^{1,2,3} Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Nusantara PGRI Kediri
Jl. Mojoroto I No. 6, Kediri, Indonesia

Received 29 October 2018; Revised 06 November 2018; Accepted 08 November 2018, Published 13 November 2018
<http://dx.doi.org/10.21063/JTM.2018.V8.67-72>

Academic Editor: Asmara Yanto (asmarayanto@yahoo.com)

*Correspondence should be addressed to mufarrih@unpkediri.ac.id

Copyright © 2018 A.Mufarrih. This is an open access article distributed under the [Creative Commons Attribution License](#).

Abstract

Turning process is a very important machining process in the manufacturing industry. The quality characteristics of a turning machining product can be seen from the level of surface roughness carried out in the turning process. The purpose of this study was to determine the effect of spindle speed, feeding and the main cutting angle on surface roughness. Surface roughness measurement using a surfest SJ-301. The material used in this study is AISI 1045 steel. While analysis of variance (ANOVA) is used to process data. The results showed that the lowest surface roughness can be achieved at spindle speed of 765 rpm, feeding of 0.15 mm / rev and main cutting angle of 85. Data analysis explained that the spindle speed, feeding and main cutting angle had a significant effect on surface roughness. Increased spindle speed, feeding and main cutting angle will reduce surface roughness. The scheffe test results also show contrasting results between the variables studied.

Keywords: Turning, Surface Roughness, AISI 1045, Anova, Scheffe

1. Pendahuluan

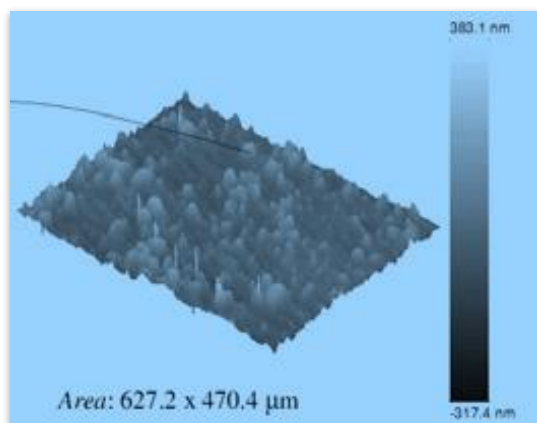
Teknologi pemesinan di industri manufaktur telah berkembang pesat seiring dengan perkembangan zaman, sehingga kualitas produk dan efisiensi proses produksi mutlak diperlukan oleh industri manufaktur agar tetap kompetitif dalam persaingan industri saat ini [1]. Proses pemesinan merupakan salah satu proses yang penting di industri manufaktur, bahkan proses pemesinan telah menjadi inti dari industri manufaktur sejak revolusi industri [2]. Penelitian tentang proses pemesinan biasanya difokuskan pada *machinability* yang mencakup umur pahat, gaya-gaya potong, kekasaran permukaan, laju pembuangan geram, dan bentuk geram. Selain itu, penelitian juga difokuskan pada penentuan kombinasi parameter pemesinan yang berpengaruh terhadap efisiensi proses dan karakteristik

kualitas dari produk yang dihasilkan [3]. Salah satu proses pemesinan yang cukup banyak digunakan adalah proses bubut silindris. Pada proses ini, pemotongan benda kerja dilakukan dengan membuat sayatan pada benda kerja. Untuk melakukan pemotongan, pahat digerakkan secara translasi dan sejajar dengan sumbu dari benda kerja yang berputar [4]. Tiga parameter utama pada proses bubut adalah kecepatan potong (*speed*), gerak makan (*feed*), dan kedalaman potong (*depth of cut*). Faktor yang lain seperti bahan benda kerja dan jenis pahat juga memiliki pengaruh yang cukup besar, namun tiga parameter di atas merupakan bagian yang dapat diatur oleh operator langsung pada mesin bubut [5].

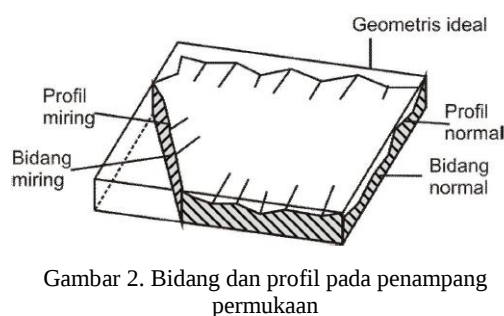
Kualitas permukaan merupakan karakteristik kinerja yang sangat penting dan mudah dilakukan untuk mengevaluasi

produktivitas komponen mesin dan peralatan mesin. Kekasaran permukaan adalah indikator kualitas kritis untuk permukaan mesin. Karakteristik kekasaran permukaan memiliki peranan penting dalam perancangan komponen mesin perkakas, karena karakteristik kekasaran permukaan banyak berkaitan dengan gesekan, keausan pelumasan, tahan kelelahan, perekat dua atau lebih komponen-komponen mesin [6]. Kekasaran permukaan merupakan parameter kualitas yang paling penting untuk mengukur kualitas permukaan mesin. Permukaan hasil pembubutan yang berkualitas baik dapat menghasilkan peningkatan sifat kekuatan material seperti toleransi perakitan, kekuatan lelah, panas dan ketahanan estetika, ketahanan korosi, koefisien gesekan, tingkat keausan, dll [7].

Permukaan adalah batas yang memisahkan benda padat dengan sekelilingnya. Profil kekasaran permukaan ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Profil kekasaran permukaan



Gambar 2. Bidang dan profil pada penampang permukaan

Untuk mengukur dan menganalisis suatu permukaan dalam tiga dimensi sangat sulit. Oleh sebab itu untuk mempermudah pengukuran perlu dilakukan pemotongan. Cara pemotongan ada empat cara yaitu pemotongan normal, serong, singgung dan pemotongan singgung dengan jarak kedalaman yang sama [8]. Garis hasil pemotongan inilah yang disebut dengan istilah profil yang berkaitan dengan

permukaan. Berikut ini adalah bidang potong terhadap profil yang ideal untuk dilakukan analisa permukaan.

Dengan melihat profil Gambar 2 maka bentuk dari suatu permukaan pada dasarnya dapat dibedakan menjadi dua yaitu permukaan yang kasar (*roughness*) dan permukaan yang bergelombang (*waviness*). Permukaan yang kasar berbentuk gelombang pendek yang tidak teratur. Sedangkan permukaan yang bergelombang mempunyai bentuk gelombang yang lebih panjang dan tidak teratur.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh putaran spindle, sudut potong utama dan gerak makan terhadap kekasaran permukaan baja AISI 1045 pada proses bubut konvensional.

2. Metodologi Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah faktorial $3 \times 2 \times 3$ artinya faktor A terdiri dari 3 level, faktor B terdiri dari 2 level dan faktor C terdiri dari 3 level jadi terdapat 3 faktor dalam percobaan. Dalam faktorial ini untuk faktor A adalah putaran spindle yaitu 310 rpm, 416 rpm dan 765 rpm, faktor B adalah gerak makan (*f*) yaitu 0,11 mm/put dan 0,15 mm/put. Sedangkan faktor C adalah sudut potong utama (*Kr*) yaitu 75° , 80° dan 85° . Percobaan dilakukan dengan 18 variasi perlakuan. Faktor dan level percobaan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Faktor dan level dalam percobaan

Variabel bebas	Nilai variabel tiap level		
	1	2	3
N	310	416	765
F	0,11	0,15	-
Kr	75°	80°	85°

Percobaan dilakukan dengan replikasi sebanyak 2 kali. Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Analysis of Variance* (ANOVA) kemudian dilakukan uji lanjut *Scheffe*. Uji *Scheffe* bertujuan untuk mengetahui kontras tidaknya setiap data yang diujikan. Persyaratan uji ANOVA adalah data yang dianalisis harus terlebih dahulu dilakukan uji asumsi Identik, Independen, dan Distribusi Normal (IIDN) [9].

Penelitian ini menggunakan mesin bubut konvensional L-3. Pahat yang digunakan ialah pahat HSS. Spesimen uji menggunakan baja AISI 1045.

3. Hasil dan Pembahasan

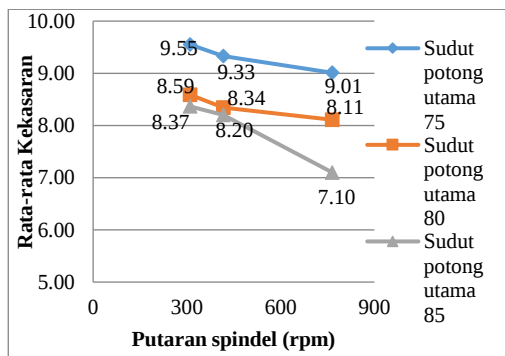
Hasil eksperimen dapat diketahui dengan beberapa uji sehingga sebelum masuk hasil uji perlu diketahui dulu deskripsi hasil data pada setiap variabel. Kemudian diuji asumsi (IIDN) setelah itu tahap ANOVA kemudian baru tahap uji lanjut kontras (*metode scheffe*).

Nilai kekasaran permukaan yang telah diambil dari berbagai kombinasi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Penelitian

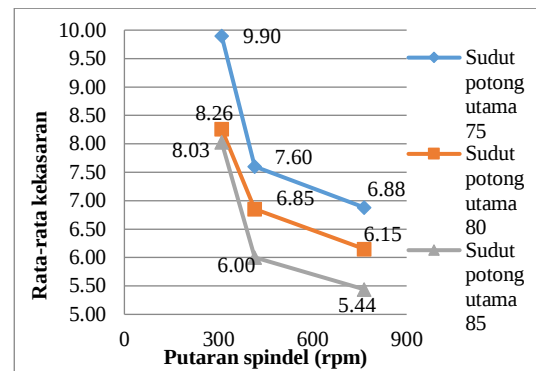
No	Variabel Bebas			Variabel Respon		
	n	f	Kr	Ra 1	Ra 2	Rata-rata
1	310	0,11	75	9,27	9,83	9,55
2	310	0,11	80	8,43	8,75	8,59
3	310	0,11	85	8,25	8,49	8,37
4	310	0,15	75	9,76	10,04	9,90
5	310	0,15	80	8,25	8,27	8,26
6	310	0,15	85	8,01	8,05	8,03
7	416	0,11	75	9,04	9,62	9,33
8	416	0,11	80	8,03	8,65	8,34
9	416	0,11	85	7,99	8,41	8,20
10	416	0,15	75	7,71	7,49	7,60
11	416	0,15	80	6,66	7,04	6,85
12	416	0,15	85	5,99	6,01	6,00
13	765	0,11	75	8,75	9,27	9,01
14	765	0,11	80	7,45	8,77	8,11
15	765	0,11	85	6,77	7,43	7,10
16	765	0,15	75	6,48	7,28	6,88
17	765	0,15	80	6,30	6,00	6,15
18	765	0,15	85	5,26	5,62	5,44

Dari tabel 2 kemudian dibuat grafik pengaruh putaran spindel, gerak makan dan sudut potong utama terhadap kekasaran permukaan sebagai berikut:



Gambar 3. Grafik kekasaran permukaan dengan gerak makan 0,11 mm/put

Dari Gambar 3 dapat diketahui bahwa pada variasi gerak makan 0,11 mm/putaran, rata-rata kekasaran permukaan terendah dapat dicapai dengan putaran spindel yang tinggi dan sudut potong utama sebesar 85°. Peningkatan putaran spindel akan menurunkan kekasaran permukaan.

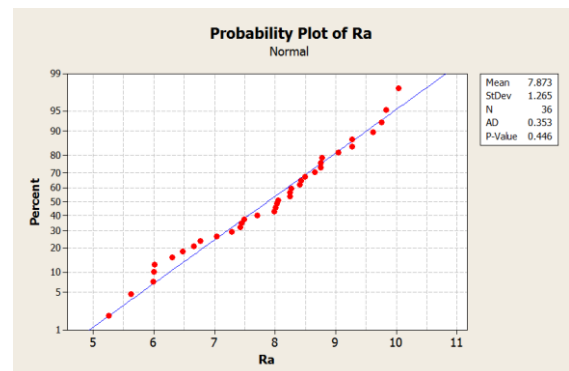


Gambar 4. Grafik kekasaran permukaan dengan gerak makan 0,15 mm/put

Dari Gambar 4 dapat diketahui bahwa pada variasi gerak makan 0,15 mm/put memiliki tren yang sama dengan variasi gerak makan 0,11 mm/putaran. Rata-rata kekasaran permukaan terendah dapat dicapai dengan putaran spindel yang tinggi dan sudut potong utama sebesar 85°. Peningkatan putaran spindel akan menurunkan kekasaran permukaan.

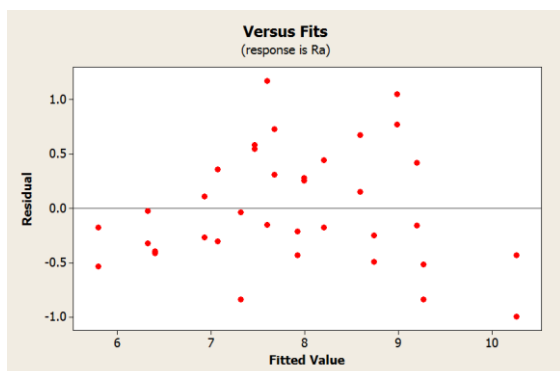
A. Analisis Variabel Proses terhadap Kekasaran permukaan

Prosedur analisa data perlu terlebih dahulu diuji dengan asumsi IIDN. Uji dilakukan pertama kali adalah uji distribusi normal. Grafik uji distribusi normal dapat dilihat pada Gambar 5.



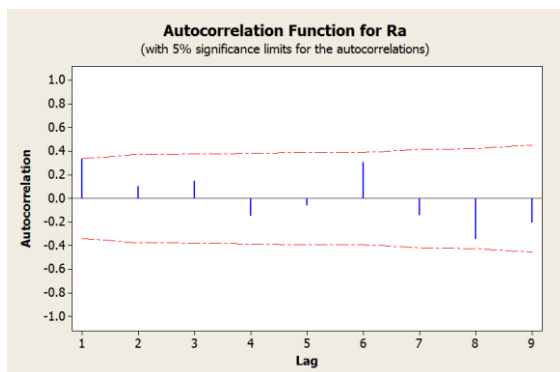
Gambar 5. Plot Uji Distribusi Normal pada Respon kekasaran

Dari Gambar 5 dapat diketahui P_{value} dengan uji normalitas Anderson-darling untuk respon kekasaran permukaan ialah sebesar 0,446, sehingga dapat disimpulkan bahwa data kekasaran permukaan berdistribusi normal. Kemudian uji yang kedua adalah uji identik. Uji ini bertujuan untuk mengetahui apakah data penelitian yang dihasilkan identik atau tidak.



Gambar 6. Plot residual pada uji identik terhadap kekasaran permukaan.

Dari Gambar 6 terlihat bahwa nilai residual pada Gambar tersebut tersebar secara acak tanpa membentuk pola tertentu. Hasil ini berarti bahwa data tersebut memenuhi asumsi identik. Uji yang ketiga adalah uji independen. Pengujian ini dilakukan menggunakan *auto correlation function* (ACF).



Gambar 7. Plot ACF pada variabel respon kekasaran permukaan.

Pada Gambar 7 terlihat bahwa tidak terdapat nilai ACF yang keluar dari interval uji independen. Hal ini menandakan bahwa data penelitian ini bersifat independen.

B. Analysis of Variance (ANOVA)

Setelah asumsi identik, independen dan distribusi normal terpenuhi, maka dapat dilakukan *analysis of variance* untuk mengetahui variabel proses mana yang memiliki pengaruh secara signifikan terhadap respon kekasaran permukaan. ANOVA untuk respon kekasaran permukaan ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. ANOVA Variabel Bebas terhadap Kekasaran Permukaan

Source	DF	SS	MS	F	P
N	2	17.121	8.561	26.03	0.000
f	1	14.669	14.669	44.61	0.000
Kr	2	14.332	7.166	21.79	0.000
Error	30	9.964	0.329		
Total	35	55.985			

S = 0,573422 R-Sq = 82,38% R-Sq(adj) = 79,44%

Berdasarkan ANOVA dapat dijabarkan pengaruh variabel proses terhadap respon kekasaran permukaan sebagai berikut:

1. Untuk variabel bebas putaran spindel $F_{hitung} = 26,03 > F_{(0,05;1,34)} = 4,13$, maka H_0 ditolak, artinya ada pengaruh putaran spindel terhadap kekasaran permukaan. P_{value} menunjukkan nilai sebesar $0,000 < \alpha (0,05)$, hal ini juga menunjukkan bahwa ada pengaruh putaran spindel terhadap kekasaran permukaan.
2. Untuk variabel bebas gerak makan $F_{hitung} = 44,61 > F_{(0,05;1,34)} = 4,13$, maka H_0 ditolak, artinya ada pengaruh gerak makan terhadap kekasaran. P_{value} menunjukkan nilai sebesar $0,000 < \alpha (0,05)$, hal ini juga menunjukkan bahwa ada pengaruh gerak makan terhadap kekasaran permukaan.
3. Untuk variabel bebas sudut potong utama $F_{hitung} = 21,76 > F_{(0,05;1,34)} = 4,13$, maka H_0 ditolak, artinya ada pengaruh sudut potong utama terhadap kekasaran. P_{value} menunjukkan nilai sebesar $0,000 < \alpha (0,05)$, hal ini juga menunjukkan bahwa ada pengaruh sudut potong utama terhadap kekasaran permukaan.

C. Pengujian Lanjut Kontras (Uji Scheffe)

Pengujian lanjut dengan metode *Scheffe* ini digunakan oleh peneliti untuk membandingkan data hasil penelitian.

Tabel 4. Uji kontras perbandingan variabel putaran spindel

Γ	C	$S_{0,05}$	Hasil Uji
$\mu_1 - \mu_4$	2,3 >	1,13	Kontras
$\mu_{10} - \mu_1$	0,72 <	1,13	Tidak Kontras

Dari tabel 4 hasil pengujian kontras perbandingan variabel putaran spindel terdapat data yang diujikan, data ini diambil dari tabel 2. Simbol (μ_{10}) diartikan sebagai urutan data ke 10. Hasil uji kontras pada tabel. Untuk rata-rata kekasaran permukaan perbandingan putaran spindel menjelaskan bahwa putaran spindel 310 (μ_4) lebih kontras dari pada putaran spindel 416 (μ_{10}) dan 710 (μ_{16}).

Tabel 5. Uji kontras perbandingan variabel sudut potong utama

Γ	C	$S_{0,05}$	Hasil Uji
$\mu_4 - \mu_5$	1,65 >	1,13	Kontras
$\mu_5 - \mu_6$	0,23 <	1,13	Tidak Kontras
$\mu_{10} - \mu_{11}$	0,75 <	1,13	Tidak Kontras
$\mu_{11} - \mu_{12}$	0,85 <	1,13	Tidak Kontras
$\mu_{16} - \mu_1$	0,73 <	1,13	Tidak Kontras
$\mu_{17} - \mu_1$	0,71 <	1,13	Tidak Kontras

Kemudian peneliti akan membandingkan rata-rata kekasaran permukaan variabel sudut potong utama sebagaimana pada Tabel 5. Pada Tabel 5 menghasilkan variabel sudut potong utama 75 (μ_4 , μ_{10} , μ_{16}) lebih kontras dibandingkan sudut potong utama 80 (μ_5 , μ_{11} , μ_{17}) dan 85 (μ_6 , μ_{12} , μ_{18}).

Tabel 6. Uji kontras perbandingan variabel gerak makan

Γ	C	$S_{0,05}$	Hasil Uji
$\mu_1-\mu_4$	0,35	< 1,13	Tidak Kontras
$\mu_2-\mu_5$	0,33	< 1,13	Tidak Kontras
$\mu_3-\mu_6$	0,34	< 1,13	Tidak Kontras
$\mu_7-\mu_{10}$	1,73	> 1,13	Kontras
$\mu_8-\mu_{11}$	1,49	> 1,13	Kontras
$\mu_9-\mu_{12}$	2,20	> 1,13	Kontras
$\mu_{13}-\mu_{16}$	2,13	> 1,13	Kontras
$\mu_{14}-\mu_{17}$	1,96	> 1,13	Kontras
$\mu_{15}-\mu_{18}$	1,55	> 1,13	Kontras

Tabel 7. Uji kontras perbandingan variabel bebas untuk menghasilkan nilai kekasaran terendah

Γ	C	$S_{0,05}$	Hasil Uji
$\mu_6-\mu_{12}$	2,03	> 1,13	Kontras
$\mu_{12}-\mu_{18}$	0,56	< 1,13	Tidak Kontras
$\mu_6-\mu_1$	2,59	> 1,13	Kontras

Dari Tabel 6 Hasil pengujian kontras perbandingan variabel gerak makan mendapatkan gerak makan 0,15 (μ_{4-6} , μ_{10-12} , dan μ_{16-18}) lebih optimum daripada gerak makan 0,11 (μ_{1-3} , μ_{7-9} dan μ_{13-15}). Sehingga dapat terlihat pada uji kontras pada tabel 4, 5 dan 6. Menerangkan bahwa variasi putaran spindel

310, sudut potong utama 75 dan gerak makan 0,15 mendapatkan nilai kekasaran permukaan tertinggi, kemudian mencari variasi untuk mendapatkan nilai kekasaran terendah sebagaimana pada Tabel 7.

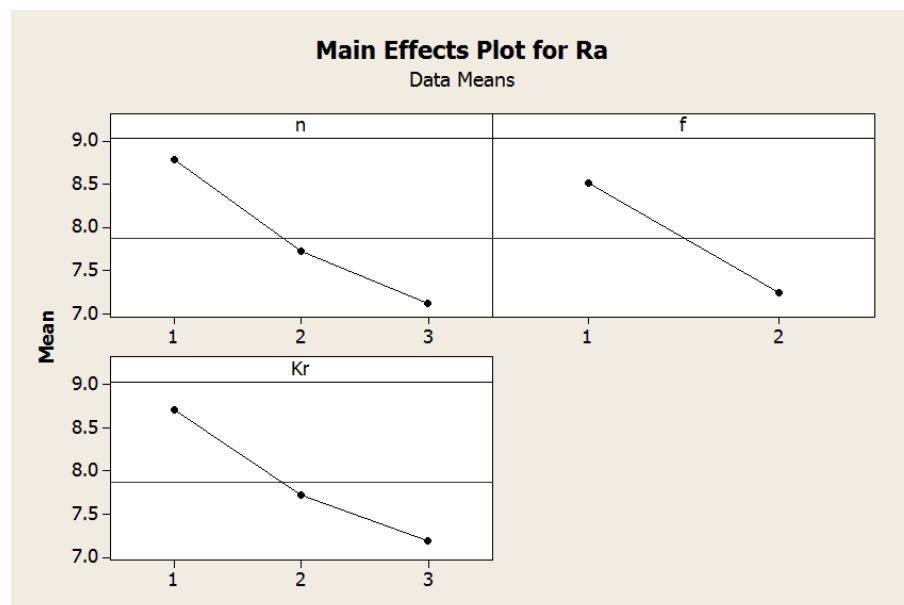
Dari Tabel 7 hasil pengujian kontras perbandingan variabel bebas menjelaskan bahwa putaran spindel 710 (μ_{18}), gerak makan 0,15 (μ_{12}) dan sudut potong utama 85 (μ_6). Menghasilkan nilai kekasaran terendah.

D. Pembahasan

Berdasarkan hasil pada putaran spindel dengan variasi putaran spindel (310; 416; 765 rpm) menunjukkan bahwa semakin tinggi putaran spindel maka akan menghasilkan nilai kekasaran permukaan yang semakin rendah. Putaran spindel mengakibatkan gesekan antara pahat dengan benda kerja secara cepat, sehingga temperatur benda kerja akan naik, kemudian menurunkan pemampatan geram dan menurun gaya potong, sehingga menghasilkan kekasaran permukaan yang lebih rendah.

Semakin besar sudut potong maka akan menghasilkan nilai kekasaran yang rendah. Hal ini disebabkan karena pahat yang memiliki sudut potong yang kecil akan cepat aus, sehingga menghasilkan kekasaran permukaan yang tinggi.

Pengaruh yang diberikan dari tiga variabel ini mampu terlihat dengan jelas melalui Gambar *main effect plot* untuk kekasaran permukaan yang didapat dari Software Minitab 16 sebagai berikut:



Gambar 8. Plot efek yang diberikan variabel bebas terhadap kekasaran permukaan

Dari Gambar 8 dapat diketahui bahwa peningkatan putaran spindel akan menurunkan

kekasaran permukaan. Peningkatan gerak makan akan menurunkan kekasaran permukaan.

Peningkatan sudut potong utama akan menurunkan kekasaran permukaan.

4. Simpulan

Kesimpulan penelitian ini adalah:

- a. Putaran spindel berpengaruh terhadap kekasaran permukaan dengan hasil dari ANOVA untuk nilai F_{hitung} lebih besar dari F_{tabel} dan P_{value} lebih kecil dari nilai signifikan ($0.05 = 5\%$). Dari uji kontras dengan metode *Scheffe* yang telah dilakukan diketahui bahwa nilai rata-rata kekasaran permukaan tertinggi diperoleh pada putaran spindel 310 rpm sedangkan untuk kekasaran permukaan terendah diperoleh pada putaran spindel 765 rpm.
- b. Gerak makan berpengaruh terhadap kekasaran permukaan dengan hasil dari ANOVA untuk nilai F_{hitung} lebih besar dari F_{tabel} atau P_{value} lebih kecil dari nilai signifikan ($0.05 = 5\%$). Dari uji kontras dengan metode *Scheffe* yang telah dilakukan diketahui bahwa nilai rata-rata kekasaran permukaan terendah dicapai pada gerak makan 0,15 mm/putaran.
- c. Sudut potong utama berpengaruh terhadap kekasaran permukaan dengan hasil dari ANOVA untuk nilai F_{hitung} lebih besar dari F_{tabel} dan P_{value} lebih kecil dari nilai signifikan ($0.05 = 5\%$). Dari uji kontras dengan metode *Scheffe* yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa nilai rata-rata kekasaran permukaan terendah dapat dicapai pada sudut potong utama 85° .
- d. Peningkatan putaran spindel, gerak makan dan sudut potong utama akan menurunkan kekasaran permukaan.

Adapun saran yang dapat diberikan setelah melakukan penelitian adalah agar mencoba menggunakan level faktor yang lain, dan menambahkan faktor-faktor penting yang lain untuk mengetahui pengaruh faktor-faktor apa saja yang berpengaruh terhadap kekasaran permukaan pada pembubutan AISI 1045, sehingga kualitas permukaan bisa lebih optimal.

Referensi

- [1] P. Jayaraman and L. Mahesh kumar, "Multi-response optimization of machining parameters of turning AA6063 T6 aluminium alloy using grey relational analysis in Taguchi method," *Procedia Eng.*, vol. 97, pp. 197–204, 2014.
- [2] M. V. Ramana, "Optimization of Material Removal Rate in Turning of AISI 321 Stainless Steel Using Taguchi Methodology," *Mater. Today Proc.*, vol. 5, no. 2, pp. 4965–4970, 2018.
- [3] A. Gupta, H. Singh, and A. Aggarwal, *Taguchi-fuzzy multi output optimization (MOO) in high speed CNC turning of AISI P-20 tool steel*, vol. 38, no. 6. Elsevier Ltd, 2011.
- [4] S. Kalpakjian and S. R. Schmid, "Manufacturing engineering and technology," *Manuf. Eng. Technol.*, 2014.
- [5] P. Herdaagus, P. J. Widodo, and M. Nizam, "PENGARUH PARAMETER PERMESINAN BUBUT TERHADAP MUNCULNYA BUILT UP EDGE (BUE) DALAM PROSES PEMBUBUTAN ALUMINIUM," *MEKANIKA*, 2011.
- [6] G. A. Ibrahim, "Identifikasi Nilai Kekasaran Permukaan pada Pemessinan Paduan Magnesium," *J. Mech.*, 2014.
- [7] P. G. Benardos and G. C. Vosniakos, "Predicting surface roughness in machining: A review," *Int. J. Mach. Tools Manuf.*, vol. 43, no. 8, pp. 833–844, 2003.
- [8] Paridawati, "Pengaruh kecepatan dan sudut potong terhadap kekasaran benda kerja pada mesin bubut," *J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 3, no. 1, pp. 53–67, 2015.
- [9] A. Mufarrih, "Pengaruh Parameter Proses Gurdi Terhadap Kekasaran Permukaan Pada Material KFRP Komposit," *Semin. Nas. Inov. Teknol.*, pp. 403–410, 2017.