

OPTIMASI PARAMETER PEMESINAN TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN PADA PROSES BUBUT BENDA KERJA AISI 4140

Gilbert Amsal, Rosehan, Sobron Lubis

Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara, Indonesia

Email: gilbert.515180047@stu.untar.ac.id, rosehan@ft.untar.ac.id,

sobronl@ft.untar.ac.id

Abstrak

Proses pembubutan merupakan suatu proses permesinan yang dilakukan untuk menghasilkan material yang berbentuk silinder. Pada eksperimen yang akan dilakukan, untuk mendapatkan parameter dan hasil kekasaran yang optimal, metode yang digunakan adalah metode Taguchi. Respon karakteristik kualitas kekasaran permukaan yaitu kekasaran yang paling rendah yang paling baik (Smaller is Better). Parameter yang digunakan yaitu kecepatan potong, gerak makan, serta kedalaman potong. Parameter kecepatan potong senilai 200 (m/min), 230 (m/min), 260 (m/min). Parameter gerak makan senilai 0,1 (mm/rev) , 0,15 (mm/rev) , 0,2 (mm/rev). Parameter kedalaman potong senilai 0,3mm ; 0,4mm ; 0,5mm. Ketiga parameter tersebut divariasikan berdasarkan desain eksperimen Taguchi, sehingga didapatkan 9 variasi parameter. Setiap variasi parameter dilakukan percobaan sebanyak 3 kali percobaan. Setelah dilakukan pengujian didapatkan hasil kekasaran dari setiap variasi parameter. Hasil kekasaran yang terendah yaitu senilai 0,957 μm , terdapat pada variasi parameter kecepatan potong 230 (m/min), gerak makan 0,1 (mm/rev), dan kedalaman potong 0,4mm. Untuk hasil kekasaran yang paling tinggi senilai 3,685 μm , terdapat pada variasi parameter kecepatan potong 260 (m/min), gerak makan 0,2 (mm/rev), dan kedalaman potong 0,4mm. Pada penelitian ini didapatkan parameter yang optimal yaitu pada variasi parameter kecepatan potong 230 (m/min), gerak makan 0,1 (mm/rev), dan kedalaman potong 0,4mm dengan hasil kekasaran 0,957 μm . Parameter yang memiliki kontribusi paling dominan yaitu gerak makan, lalu yang paling dominan berikutnya yaitu kecepatan potong, dan yang kurang signifikan yaitu kedalaman potong.

Kata Kunci: Prosesn Pemesinan, Kekasaran Permukaan, AISI 4140, Mesin Bubut

Abstract

The turning process is a machining process carried out to produce cylindrical material. In the experiment that will be carried out, to obtain optimal parameters and roughness results, the method used is the Taguchi method. The characteristic response of surface roughness quality is the lowest roughness is the best. The parameters used are cutting speed, feed, and depth of cut. Cutting speed parameters are 200 (m/min), 230 (m/min), 260 (m/min). Feed parameters are 0,1 (mm/rev) , 0,15 (mm/rev) , 0,2 (mm/rev). The depth of cut parameter is 0,3mm ; 0,4mm ; 0,5mm. . The three parameters were varied based on the Taguchi experimental design, so that 9 variations of the parameters were obtained. Each

parameter variation was experimented with 3 times. After testing, the results of the roughness of each parameter variation are obtained. The lowest roughness result is 0,957 μm , there are variations in the parameters of cutting speed 230 (m/min), feed 0,1 (mm/rev), and depth of cut 0,4 mm. For the highest roughness results, which are 3,685 μm , there are variations in the parameters of cutting speed 260 (m/min), feed 0,2 (mm/rev), and depth of cut 0,4 mm. The optimal parameters are variations in cutting speed parameters of 230 (m/min), feed 0,1 (mm/rev), and depth of cut 0,4 mm with a roughness result of 0,957 μm . The parameter that has the most dominant contribution is feed, then the next most dominant is cutting speed, and the less significant is depth of cut.

Keywords: *machining process, surface roughness, AISI 4140, lathe machine*

Pendahuluan

Proses manufaktur merupakan suatu proses yang dilakukan untuk membuat bahan baku menjadi suatu produk. Pada suatu hasil produksi dilibatkan beberapa proses manufaktur, dan salah satu bagian terpenting dari pembuatan komponen yaitu pengerjaan logam. Proses pengerjaan terhadap suatu logam merupakan salah satu proses yang dibutuhkan untuk membuat komponen. Proses bubut dalam industri manufaktur merupakan salah satu proses yang digunakan dalam pemotongan logam. Lebih kurang 80% dari keseluruhan kegiatan yang ada pada operasi proses pemotongan logam menggunakan proses bubut (Nakaminami dkk. 2007).

Proses pembubutan merupakan suatu proses permesinan yang dilakukan untuk menghasilkan material yang berbentuk silinder. Salah satu komponen mesin yaitu poros, proses bubut dilakukan untuk membuat suatu poros. Proses pembubutan terdapat tiga parameter utama yaitu kecepatan potong, gerak makan, dan kedalaman potong. Pada penelitian ini akan dilakukan eksperimen untuk mendapatkan hasil kekasaran permukaan suatu material. Material yang digunakan pada eksperimen ini yaitu AISI 4140.

Proses pemesinan pada pembuatan poros dapat dilakukan dengan menggunakan mesin bubut, dari hasil proses pembubutan pada poros akan didapatkan nilai kekasaran permukaan dari poros yang telah di bubut. Pada eksperimen yang akan dilakukan, untuk mendapatkan parameter dan hasil kekasaran yang optimal, metode yang digunakan adalah metode Taguchi. Respon karakteristik kualitas kekasaran permukaan yaitu kekasaran yang paling rendah yang paling baik (*Smaller is Better*), berbeda dengan karakteristik kualitas mata pahat yaitu yang lebih besar yang lebih baik (*Bigger is Better*). Metode Taguchi merupakan suatu metode yang dapat mengembangkan kualitas produk. Metode Taguchi digunakan juga untuk menentukan rancangan eksperimen.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan data primer. Data primer merupakan data yang diperoleh dari hasil objek yang diamati secara langsung. Pada penelitian ini dilakukan proses pembubutan material AISI 4140 dengan mesin CNC bubut dengan berbagai macam variasi parameter. Dari percobaan pembubutan yang

Optimasi Parameter Pemesinan terhadap Kekasaran Permukaan pada Proses Bubut Benda Kerja AISI 4140

dilakukan, maka akan didapat hasil dari kekasaran permukaan dari setiap variasi parameter. Setelah mendapatkan data dari eksperimen tersebut, maka data akan diolah menggunakan metode Taguchi dengan metode *Smaller is Better*.

Hasil pembubutan dengan berbagai variasi parameter tersebut akan dihasilkan suatu nilai kekasaran, Respon karakteristik kualitas kekasaran permukaan yaitu kekasaran yang paling rendah yang paling baik, berbeda dengan karakteristik kualitas mata pahat yaitu yang lebih besar yang lebih baik. Proses pembubutan ini dilakukan menggunakan mesin bubut CNC yang terdapat di laboratorium CNC UNTAR, serta menggunakan cutting tool Kyocera DCMT11T304HQ. Pengujian ini dilakukan sebanyak 9 variasi parameter. Setiap variasi parameter dilakukan pengujian sebanyak 3 kali percobaan.



Gambar 1
Spesimen Baja AISI 4140



Gambar 2
Pahat Karbida Kyocera DCMT11T304HQ



Gambar 3
Mesin Bubut CNC Mazak Type Quick Turn 8N (9)



Gambar 4
Alat Pengukuran Kekasaran Permukaan Mitutoyo

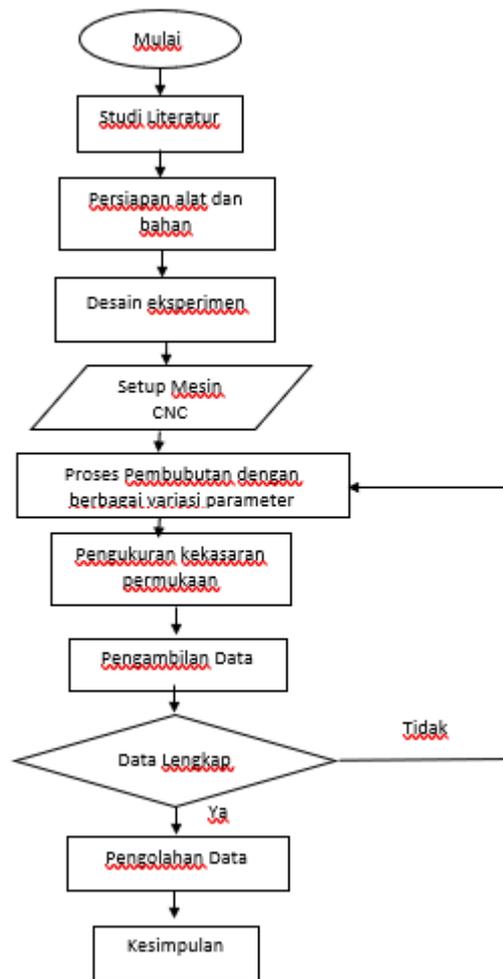


Diagram Alir Penelitian

Desain Eksperimen

Pada penelitian ini, dilakukan proses pembubutan dengan berbagai macam variasi parameter. Desain eksperimen yang dibuat menggunakan desain eksperimen taguchi dengan pengujian sebanyak 9 variasi parameter dengan menggunakan orthogonal array.

Tabel 1
Parameter Pemesinan

Parameter	Variasi Parameter		
Kecepatan Potong (m/min)	200	230	260
Gerak Makan (mm/rev)	0,1	0,15	0,2
Kedalaman Potong (mm)	0,3	0,4	0,5

Parameter pemesinan pada penelitian ini terdiri dari kecepatan potong, gerak makan, dan kedalaman potong. Ketiga parameter ini tersebut akan dibuatkan desain eksperimen taguchi sebanyak 9 kali percobaan.

Tabel 2
Desain Eksperimen Taguchi

Eksperimen	Kecepatan Potong (m/min)	Gerak Makan (mm/rev)	Kedalaman Potong (mm)	Kekasaran Permukaan Ra (μm)			\overline{Ra} (μm)
				Ra1	Ra2	Ra3	
1	200	0,1	0,3				
2	200	0,15	0,4				
3	200	0,2	0,5				
4	230	0,1	0,4				
5	230	0,15	0,5				
6	230	0,2	0,3				
7	260	0,1	0,5				
8	260	0,15	0,3				
9	260	0,2	0,4				

Tabel diatas merupakan desain eksperimen yang sudah diolah dengan menggunakan Taguchi dengan menggunakan orthogonal array.

Hasil dan Pembahasan

Setelah selesai pengujian dan pengambilan data, maka data yang sudah didapatkan akan diolah dengan menggunakan metode Taguchi, untuk mengetahui parameter yang optimal serta kontribusi setiap parameter.

Tabel 3
Hasil Pengujian Eksperimen

Eksperimen	Kecepatan Potong (m/min)	Gerak Makan (mm/rev)	Kedalaman Potong (mm)	Kekasaran Permukaan Ra (μm)			\overline{Ra} (μm)
				Ra1	Ra2	Ra3	
1	200	0,1	0,3	1,368	1,369	1,087	1,275
2	200	0,15	0,4	1,929	1,914	1,907	1,917
3	200	0,2	0,5	3,274	3,318	3,306	3,299
4	230	0,1	0,4	1,016	0,948	0,908	0,957
5	230	0,15	0,5	1,861	2,078	1,986	1,975
6	230	0,2	0,3	3,418	3,347	3,059	3,275
7	260	0,1	0,5	1,582	1,188	1,255	1,342
8	260	0,15	0,3	2,262	2,304	2,441	2,336
9	260	0,2	0,4	3,711	3,652	3,693	3,685

Tabel diatas merupakan hasil rata-rata kekasaran permukaan dari setiap variasi parameter. Dapat dilihat pada tabel diatas dengan menggunakan variasi kecepatan potong, gerak makan, dan kedalaman potong maka didapat hasil kekasaran permukaan seperti pada tabel diatas. Hasil kekasaran permukaan yang paling rendah terdapat pada pengujian variasi parameter yang keempat, dengan nilai kekasaran 0,957. Sedangkan hasil kekasaran permukaan yang terbesar terdapat pada percobaan variasi parameter kesembilan, dengan nilai hasil kekasaran permukaan 3,685.

Tabel 4
Respon S/N Ratio

Smaller is better

Level	kecepatan		kedalaman
	potong	gerak makan	potong
1	-6.058	-1.470	-6.614
2	-5.288	-6.315	-5.537
3	-7.109	-10.670	-6.304
Delta	1.821	9.201	1.076
Rank	2	1	3

Dari gambar diatas, dapat dilihat respon S/N ratio yang didapat dari hasil pengolahan data pengujian dengan 3 parameter pemesinan terhadap kekasaran permukaan. Dapat dilihat jika semakin besar angka yang didapat, maka level parameter tersebut yang paling optimal. Dapat dilihat dari parameter kecepatan potong, level kecepatan potong yang paling besar berdasarkan respon S/N ratio terdapat pada level 2, yaitu senilai -5,288. Maka kecepatan potong yang paling optimal yaitu 230 (m/min). Untuk parameter gerak makan, level gerak makan yang paling besar berdasarkan respon S/N ratio terdapat pada level 1, yaitu senilai -1,470. Maka gerak makan yang paling optimal yaitu 0,1 (mm/rev). Selanjutnya, untuk parameter kedalaman potong, jika dilihat dari respon S/N ratio, maka level kedalaman potong yang paling besar terdapat pada level 2 dengan nilai respon S/N ratio senilai -5.537, maka kedalaman potong yang paling optimal yaitu senilai 0,4 mm. Dapat dilihat dari hasil respon S/N ratio, bahwa parameter yang paling berpengaruh pada pengujian kekasaran permukaan ini yaitu gerak makan, lalu kecepatan potong, dan yang terakhir kedalaman potong.

Tabel 5
Main Effects Plot for S/N Ratio



Dari grafik diatas, dapat dilihat terdapat 3 parameter yang digunakan sebagai parameter untuk pengujian kekasaran permukaan. Parameter-parameter itu sudah diolah sehingga mendapatkan parameter yang optimal,. Parameter yang optimal yaitu parameter yang mempunyai titik paling tinggi. Untuk parameter kecepatan potong, titik tertinggi terdapat pada nilai 230 (m/min). Untuk parameter gerak makan, titik tertinggi terdapat pada nilai 0,1 (mm/rev). Selanjutnya, untuk parameter kedalaman potong, dapat dilihat titik tertinggi nya berada pada nilai 0,4mm. Dari grafik diatas, untuk pengujian kekasaran permukaan yang paling optimal dapat dilakukan dengan ketiga nilai parameter tersebut.

Setelah pengujian dengan menggunakan metode Taguchi, maka selanjutnya perlu dilakukan uji ANOVA untuk mengetahui kontribusi dari setiap parameter. Pengujian ANOVA yang dilakukan untuk mengetahui kontribusi dari parameter pada proses pemesinan ini diolah dengan menggunakan software minitab .

Tabel 6
SN Ratio Setiap Variasi Parameter

Variasi Parameter	SN Ratio
1	-2.1547
2	-5.6510
3	-10.3687
4	0.3693
5	-5.9201
6	-10.3131
7	-2.6237
8	-7.3728
9	-11.3297

Tabel diatas merupakan nilai SN ratio dari setiap variasi parameter, semakin besar nilai SN ratio, maka nilai kekasaran yang dihasilkan semakin rendah.

Tabel 7
Analysis Of Variance

Analysis of Variance

Source	DF	Seq SS	Contribution	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
kecepatan potong	2	0.24193	3.08%	0.24193	0.12097	7.73	0.115
gerak makan	2	7.55354	96.26%	7.55354	3.77677	241.23	0.004
kedalaman potong	2	0.02034	0.26%	0.02034	0.01017	0.65	0.606
Error	2	0.03131	0.40%	0.03131	0.01566		
Total	8	7.84713	100.00%				

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa nilai kontribusi dari parameter kecepatan potong yaitu senilai 3,08% 1, lalu untuk parameter gerak makan yaitu senilai 96,26%, dan untuk parameter kedalaman potong yaitu senilai 0,26%. Parameter yang paling berkontribusi pada pengujian ini yaitu gerak makan, lalu parameter yang berkontribusi kedua yaitu kecepatan potong, dan parameter yang kurang berkontribusi yaitu kedalaman potong. Jika dilihat dari nilai F-Value, nilai F-Value yang terbesar yaitu terdapat pada parameter gerak makan. Hal ini juga menunjukkan bahwa parameter gerak makan merupakan parameter yang paling berpengaruh pada pengujian ini.

Dari pengujian ANOVA ini dapat dilihat juga koefisien determinasi. Koefisien determinasi digunakan untuk menentukan berapa persen pengaruh parameter secara simultan terhadap kekasaran permukaan.

Tabel 8
Model Summary

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	PRESS	R-sq(pred)	AICc	BIC
0.125125	99.60%	98.40%	0.634082	91.92%	*	-7.83

Pada gambar diatas, dapat dilihat bahwa terdapat nilai R-sq. Dimana nilai dari R-sq ini merupakan nilai yang digunakan untuk mengetahui parameter pemesinan terhadap nilai kekasaran permukaan suatu benda uji. Semakin besar nilai R-sq, maka data pada pengujian ini dianggap akurat. Jika dilihat dari hasil diatas, R-sq memiliki nilai sebesar 98,40%, berarti pengaruh parameter (kecepatan potong, gerak makan, kedalaman potong) secara simultan memiliki pengaruh sebesar 98,40% terhadap hasil kekasaran permukaan.

Kesimpulan

Berdasarkan metode Taguchi didapatkan parameter yang optimal yaitu kecepatan potong 230 (m/min), gerak makan 0.1 (mm/rev), dan kedalaman potong 0,4mm dengan nilai kekasaran sebesar 0,957 μm . Lalu berdasarkan ANOVA dapat diketahui bahwa parameter gerak makan yang memberikan kontribusi paling utama,

lalu parameter kecepatan potong yang memberikan kontribusi kedua. Parameter gerak makan dan kecepatan potong mempunyai korelasi yang sangat signifikan pada kekasaran permukaan, dengan menurunkan gerak makan dan kecepatan potong, maka hasil kekasaran permukaan rendah. Parameter yang memberikan kontribusi dan pengaruh paling dominan yaitu pada parameter gerak makan. Semakin rendah nilai gerak makan, maka pergeseran mata pahat akan semakin lambat. Dengan pergeseran yang semakin lambat maka angka kekasaran yang didapat dari permukaan akan lebih rendah. Maka, dari percobaan ini dapat dilihat bahwa dengan menurunkan gerak makan, dan menurunkan kecepatan potong maka akan didapatkan hasil kekasaran yang rendah.

BIBLIOGRAFI

- Ashar, M. C., Hendra, E., & Hoten, H. V. (2014). *Analisa kekasaran permukaan benda kerja dengan variasi jenis material dan pahat potong* (Doctoral dissertation, Universitas Bengkulu).
- M. P. Groover, 2010, *Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems*, 4th edition.
- H. Tschätsch, 2009, *Applied Machining Technology*, 8th edition.
- Ansyah, W. (2021). Aplikasi Taguchi Pada Optimasi Parameter Pemesinan terhadap Kekasaran Permukaan dan Laju Pembuangan Material AISI 1045 Pada Proses Bubut CNC. *RING Mechanical Engineering*, 1(1), 10-14.
- Lubis, S. Y., Rosehan, R., & Rico, W. (2019, May). Pengaruh Cutting Speed terhadap Kekasaran Permukaan Bahan Alluminium Alloy 6061 Pada Proses Pembubutan. In *Seminar Nasional Teknik (SEMNASTEK) UISU* (Vol. 2, No. 1, pp. 27-30).
- Kuntoğlu, M., Aslan, A., Pimenov, D. Y., Giasin, K., Mikolajczyk, T., & Sharma, S. (2020). Modeling of cutting parameters and tool geometry for multi-criteria optimization of surface roughness and vibration via response surface methodology in turning of AISI 5140 steel. *Materials*, 13(19), 4242.
- Setyawan, A. H., & Iswanto, I. (2019). Pengaruh Putaran Spindel dan Cairan Pendingin terhadap Kekasaran Permukaan Baja AISI 4140 pada Proses Pembubutan. *REM (Rekayasa Energi Manufaktur) Jurnal*, 4(1), 1-15.
- Husni, T., Asmadi, A., Pusvyta, Y., & Hidayat, T. (2020). Pengaruh Jenis Pahat dan Kedalaman Pemakanan Pada Proses Pembubutan terhadap Kekasaran Permukaan Aisi 4340. *Teknika: Jurnal Teknik*, 6(2), 119-133.
- Lubis, S. Y. Investigasi Variasi Kecepatan Potong Optimal Pada Proses Pemesinan Baja AISI 4140. *Poros*, 16(1).
- R. Valentino, Rosehan, and S. Lubis, "Analisis Korelasi Parameter Pemotongan Proses Pembubutan Grey Cast Iron Menggunakan Metode Anova", *jsa*, vol. 2, no. 2, pp. 316-330, Feb. 2021.
- Fundamentals of Machining and Machine Tools Second Edition by Geoffrey Boothroyd and Winston A. Knight
- Lubis, M., Siahaan, E., Darmawan, S., Adiarto, A., & Ronald, R. (2019). Variation of Cutting Parameters in the Process of Turning AISI 4340 Steel on Surface Roughness. *SINERGI*, 23(2), 139-144.

A. Halim, I. S, and D. S, "Pengaruh Putaran Spindel dan Depth of Cut Material AISI 4140 untuk Pembuatan Bushing pada Proses Bubut Konvensional," ROTASI, vol. 23, no. 4, pp. 8-17, Oct. 2021.

Copyright holder:

Gilbert Amsal, Rosehan, Sobron Lubis (2021)

First publication right:

Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia

This article is licensed under:

