

KARAKTERISTIK KEBULATAN TERHADAP PARAMETER PROSES PEMBUBUTAN PADA MATERIAL ST 42 MENGGUNAKAN METODE TAGUCHI DAN ANOVA

Hendri Van Hoten^{1*}, Rijalul Rahman Hakim¹, Helmizar¹, Nurbaiti¹

¹Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Bengkulu Jl. W.R. Supratman Bengkulu 38371

*Email: vanho8284@gmail.com

ABSTRACT

A cylindrical product requires a good roundness value to ensure its quality. One of the factors that determine the quality of these products is the machining process parameters. In this study, optimization of the turning process parameters using the Taguchi and ANOVA methods was carried out on the roundness characteristics of the workpiece. The workpiece used is Steel St 42. The lathe used is the Krisbow Precision Gear Head Machine 410X1000MM. After data analysis using the Taguchi method, the parameters with the optimum roundness value of 7.385 μm were 510 rpm spindle rotation, 1mm depth of cut, and coolant opening valve. The results of the ANOVA analysis show the percent contribution of each parameter, respectively, as follows: spindle rotation 26.97%, depth of cut 24.82%, and coolant 38.63%.

Keywords: roundness, process parameters, coolant, taguchi and ANOVA

PENDAHULUAN

Mesin bubut atau dikenal dengan istilah *turning machine* merupakan salah satu mesin perkakas dimana terjadi gerak memutar pada benda kerja serta menggunakan mata potong pahat atau *tools* sebagai alat untuk memotong benda kerja tersebut. Pada umumnya mesin bubut ini menghasilkan produk setengah jadi yang siap untuk diproses lagi menjadi produk siap jadi [1]. Dalam proses *turning* ada beberapa hal yang mempengaruhi performa kerja dari proses tersebut yaitu elemen dasar permesinan, jenis mata pahat, jenis benda kerja, cairan pendingin (*coolant*) dan operator terhadap hasil proses bubut. Kualitas dari produk pembubutan bisa ditentukan berdasarkan parameter seperti; bentuk, kesesuaian ukuran serta karakteristik dari permukaan benda kerja berupa kebulatan.

Penelitian terdahulu dilakukan untuk mendapatkan hasil yang optimal pada proses pembubutan benda kerja Baja St 37 melalui analisis laju penghasilan geram [2]. Hasil penelitian tersebut menunjukkan kombinasi parameter untuk mendapatkan hasil yang optimal adalah putaran spindle 515 rpm, gerak makan 0,25 mm/putaran, kedalaman potong 1,1 mm dengan laju penghasilan geram sebesar 3,47 g/sec [2]. Dalam penelitian selanjutnya material S45C dilakukan proses pembubutan internal [3]. Analisis hasil penelitian dengan menggunakan metode *Taguchi* mendapatkan parameter optimal adalah kecepatan potong sebesar 200 m/min, gerak makan sebesar 0,05 mm/putaran serta kedalaman potong sebesar 0,25 mm [3]. Pada proses pembubutan material S45C ini faktor yang berpengaruh paling signifikan terhadap kebulatan hasil pembubutan internal adalah kedalaman potong dengan tingkat kepercayaan 90%, kemudian kecepatan potong serta faktor yang tidak berkontribusi terhadap kebulatan dalam penelitian ini yaitu gerak makan [3].

Dalam hal ini untuk mengetahui optimasi parameter proses pembubutan dan pengaruh cairan pendingin terhadap kualitas geometrik produk. Penelitian yang akan dilakukan dengan metoda *Taguchi* dan *ANOVA* menggunakan cairan pendingin dromus, dan menggunakan pahat Karbida serta menggunakan Baja St 42 sebagai benda kerja. Penelitian yang dilakukan adalah mencari optimasi parameter proses pembubutan dengan metoda *Taguchi* dan *ANOVA* menggunakan media pendingin dan tanpa media pendingin terhadap nilai kualitas geometrik kebulatan pada benda kerja.

Coolant (cairan pendingin) pada proses bubut berfungsi untuk memperpanjang umur pahat, menurunkan gaya pemotongan serta meningkatkan kualitas permukaan produk hasil pemesinans. Jadi, kegunaan yang paling penting dari *coolant* yaitu untuk menurunkan temperatur (mendinginkan) serta melumasi permukaan benda bergesekan antara pahat dan benda kerja. Dalam hal ini *coolant* dapat mengurangi temperatur tinggi yang terjadi pada lapisan luar benda kerja, hal ini tidak mengubah struktur mikro dari benda kerja tersebut. Cairan pendingin mempunyai kegunaan yang khusus dalam proses bubut. Proses pemberian *coolant* ini dilakukan dengan menyemprotkan cairan pada pahat. Cairan pendingin juga mempengaruhi kebulatan dari suatu benda kerja [4][5][6][7].

Metode *Taguchi* merupakan *tool* yang ampuh untuk merancang parameter karakteristik kualitas. Metode ini bisa digunakan untuk mendapatkan parameter pemesinan yang optimal. Pada penelitian tentang proses pembubutan dapat dilakukan jumlah eksperimen yang lebih sedikit sehingga kegiatannya menjadi lebih efisien. Pada metode *Taguchi* untuk memperoleh data karakteristik dengan menggunakan matriks ortogonal *array* serta untuk menganalisis

performa kualitas dari data guna mendapatkan parameter proses yang optimal [8].

Metode *Taguchi* ini menggunakan desain khusus matriks ortogonal untuk mempelajari semua parameter dengan sedikit percobaan. Terdapat tiga kategori karakteristik kualitas dalam analisis *Signal to Noise ratio (S/N ratio)* yaitu semakin kecil semakin baik, semakin besar semakin baik, serta tertuju pada nilai tertentu [9][10][11].

METODOLOGI PENELITIAN

Alat dan bahan yang di gunakan pada proses penelitian ini diantaranya yaitu : Mesin bubut *Krisbow Precision Gear Head Machine 410X1000MM*, Pahat karbida, Gerinda potong, *Stopwatch*, jangka sorong, busur bilah, *dial indicator*, Blok V, Baja St 42. Langkah pertama penelitian ini yaitu pemilihan matrik *orthogonal array* dengan faktor dan level yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Mesin bubut *Krisbow Precision Gear Head Machine 410X1000MM* mempunyai dimensi (1940 X 850 X 1320) mm, daya yang dimiliki sebesar 3,3 kW, putaran spindelnya paling kecil 45 rpm serta paling maksimal 1800 rpm dan beratnya 1350 kg, selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Mesin bubut *Krisbow Precision Gear Head Machine 410X1000MM*.

Pahat karbida yang digunakan dari jenis WIDIA, bentuknya dapat dilihat pada Gambar 2 serta spesifikasinya dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 2. Pahat karbida.

Tabel 1. Spesifikasi pahat bubut pada penelitian ini

No	Angle	Value
1	Side Rake Angle	10 °
2	Back rake Angle	13 °
3	Side Clearance Angle	5 °
4	Side Cutting Edge Angle	90 °
5	Front Cutting Edge Angle	6 °
6	End Clearance Angle	8 °

Benda kerja yang digunakan dari Baja St 42. Bentuk dari benda kerja dapat dilihat pada Gambar 3 serta komposisi dan spesifikasinya pada Tabel 2 dan Tabel 3.



Gambar 3. Bentuk Baja St 42.

Tabel 2. Komposisi kimia dari Baja St 42.

C	P	S	Mn	Si	Cu	Al	Fe
0.25	1.04	0.05	0.80	0.30	0.10	0.02	Sisa

Tabel 3. *Mechanical Properties* baja St 42

Parameter	Nilai
Ultimate Tensile Strength (kg/mm ²)	42
Yield Strength ((kg/mm ²)	29
Hardness, Brinell	123 BHN
Hardness, Rockwell B	69 HRB

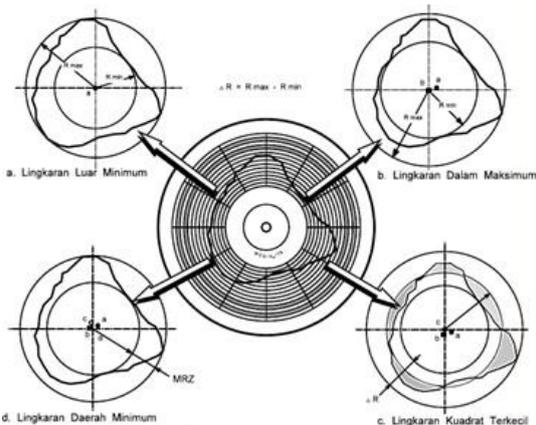
Tabel 4. Faktor dan level

No	Faktor	Level		
		1	2	3
1.	Kecepatan spindle (A)	108	510	900
2	Kedalaman makan (B)	2.0	1.5	1.0
3	Cairan pendingin (C)	Tanpa cairan	Cairan dromus bukaan 1/2	Cairan dromus bukaan full

Proses pembubutan dilakukan dengan variasi parameter potong yaitu putaran spindel, kedalaman potong dan cairan pendingin. penggunaan cairan pendingin dilakukan dengan 3 metode yaitu tanpa cairan pendingin, cairan pendingin dengan bukaan setengah katup dan cairan pendingin dengan bukaan katup secara penuh sesuai dengan data pada Tabel 4.

Pengambilan data kebulatan dilakukan dengan titik pengukuran yaitu sebanyak 20 titik atau setiap

jarak 18°, pengukuran dilakukan pada 2 simpangan dan pada setiap titik dilakukan dengan pengambilan data sebanyak 3 kali pengulangan. Pada 3 kali pengulangan tersebut dilakukan dengan 2 arah yaitu searah jarum jam dan berlawanan jarum jam. Nilai kebulatan dicari menggunakan metode lingkaran referensi dimana lingkaran referensi yang dipakai untuk mencari nilai kebulatan pada penelitian ini yaitu: Lingkaran daerah Minimum (*Minimum Zone Circle*). Dibuat terlebih dahulu suatu grafik profil kebulatan pada setiap simpangan, selanjutnya dibuatlah dua buah lingkaran konsentris yang melingkupi profil kebulatan. Bentuk dari profil lingkaran referensi kebulatan dapat dilihat pada gambar 4 [12].



Gambar 4. Bentuk lingkaran referensi kebulatan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Setelah dilakukan perhitungan kebulatan permukaan menggunakan metode lingkaran referensi jenis *minimum zone circle (MZC)*, maka didapatkan nilai kebulatan seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil perhitungan kebulatan

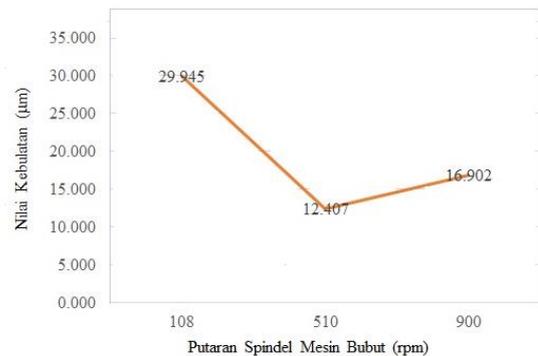
NO	Putaran Spindel (rpm)	Kedalaman Potong (mm)	Cairan Pendingin (<i>coolant</i>)	Nilai kebulatan (µm)
1	108	2	Tanpa cairan	57.625
2	510	1	Tanpa cairan	17.095
3	900	1.5	Tanpa cairan	19.220
4	108	1.5	Cairan bukaan 1/2	13.550
5	510	2	Cairan bukaan 1/2	7.915
6	900	1	Cairan bukaan 1/2	7.515
7	108	1	Cairan bukaan penuh	18.660
8	510	1.5	Cairan bukaan penuh	12.210
9	900	2	Cairan bukaan penuh	23.970

Tabel 6. Tabel respon Faktor terhadap level

Faktor	Level1	Level 2	Level 3	Range Nilai Kebulatan	Rangking
A	29.95	12.41	16.9	17.54	2
B	29.84	14.99	14.4	14.84	3
C	31.31	9.66	18.3	21.65	1

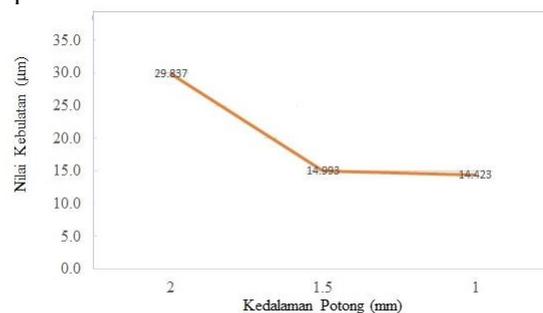
Pada Tabel 6 dapat dilihat hasil perhitungan dengan menggunakan *response table*. Hasil di atas menunjukkan faktor yang paling berpengaruh terhadap nilai kebulatan yaitu cairan pendingin (*coolant*).

Adapun grafik yang didapatkan dalam perhitungan dan analisis menggunakan metode *Taghuchi* adalah grafik pengaruh nilai kebulatan terhadap level putaran spindel, kedalaman potong dan cairan pendingin. Selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 3, Gambar 4 dan Gambar 5.



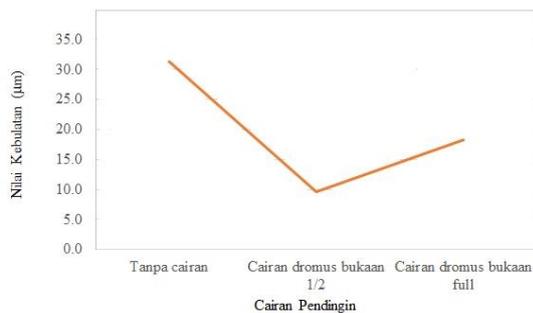
Gambar 5. Grafik nilai kebulatan terhadap putaran spindel.

Pada Gambar 5 dapat dilihat level putaran spindel yang paling bagus untuk mendapatkan nilai kebulatan yaitu level 2 atau putaran spindel 510 rpm.



Gambar 6. Grafik nilai kebulatan terhadap kedalaman potong.

Pada Gambar 6 dapat dilihat level kedalaman potong yang paling bagus untuk mendapatkan nilai kebulatan yaitu level 3 atau kedalaman potong 1 mm.



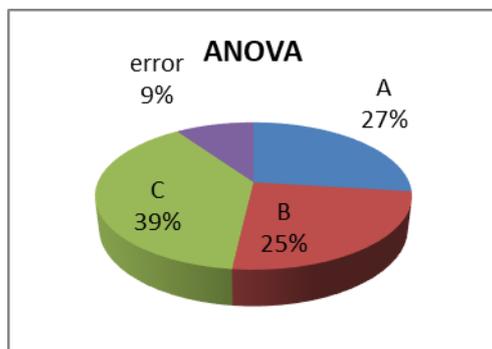
Gambar 7. Grafik nilai kebulatan terhadap Coolant.

Pada Gambar 7 dapat dilihat level cairan pendingin yang paling bagus untuk mendapatkan nilai kebulatan yaitu level 2 atau cairan pendingin bukaan katup 1/2.

Hasil ANOVA dapat dilihat pada Tabel 7. Hasil *Percent Contribution* pada faktor putaran spindel yaitu 26.97%, kedalaman potong yaitu 24.82% dan cairan pendingin yaitu 38.63%. *Error* yang dihasilkan pada analisis ini yaitu sebesar 9.57%. *Percent Contribution* dari *Analysis Of Variance (ANOVA)* ini dapat juga dilihat pada Gambar 8.

Tabel 7. Hasil ANOVA

No	Faktor	Dof	S	V	P(%)
1	A	2	497.93	248.96	26.97%
2	B	2	458.22	229.11	24.82%
3	C	2	713.04	356.52	38.63%
4	Error				9.57%
TOTAL					100%



Gambar 8. Grafik Analysis of Variance (ANOVA)

Pembahasan

Dalam rangka untuk mengetahui pengaruh cairan pendingin dan parameter pemotongan terhadap kebulatan permukaan baja St 42 pada hasil bubut maka dilakukan analisa dengan metode *Taguchi* dan *ANOVA* serta grafik perbandingan hasil pengukuran kebulatan permukaan. Selain itu juga dapat diketahui pada cairan pendingin dan parameter potong mana yang menghasilkan kebulatan yang paling optimal pada proses pembubutan baja St 42. Semakin tinggi nilai penyimpangan kebulatan maka kualitas hasil bubut akan semakin buruk, sebaliknya semakin rendah nilai penyimpangan kebulatan maka kualitas hasil bubut akan semakin baik. Grafik pada Gambar 7

menunjukkan bahwa bukaan katup pada cairan pendingin berpengaruh signifikan terhadap kebulatan permukaan. Diketahui bahwa cairan pendingin bukaan katup setengah yang mendapatkan nilai kebulatan yang paling optimal.

Untuk mengetahui pengaruh parameter potong terhadap kebulatan permukaan yaitu dengan menggunakan metode *Taguchi* dan *ANOVA*. Dari analisa menggunakan metode *Taguchi*, parameter potong yang paling mempengaruhi nilai kebulatan permukaan adalah putaran spindel. Parameter potong yang paling kecil pengaruhnya yaitu kedalaman potong.

Selanjutnya dari perhitungan dengan metode *ANOVA* diketahui bahwa parameter potong yang berpengaruh signifikan terhadap kebulatan adalah putaran spindel dan *coolant*. Kemudian dari hasil perhitungan persentase kontribusi diketahui besar pengaruh dari masing-masing parameter potong seperti yang di tunjukkan pada Gambar 8. Persentase kontribusi tertinggi adalah *coolant* yaitu sebesar 38.63%, putaran spindel sebesar 26.97% dan kedalaman potong sebesar 24.82% dan persentase *error* yaitu sebesar 9.57%. Jadi hasil penelitian ini menunjukkan bahwa untuk mendapatkan hasil kebulatan yang baik sangat bergantung pada kuantitas cairan pendingin, khususnya pada material St 42 serta proses pemesinannya menggunakan Mesin bubut *Krisbow Precision Gear Head Machine 410X1000MM*.

KESIMPULAN

Dari hasil analisa dengan menggunakan metode *Taguchi* dan *ANOVA* dapat disimpulkan bahwa parameter pemotongan yang optimum didapat pada putaran spindel 510 kedalaman potong 1mm, dan *coolant* bukaan ½ katup dengan nilai kebulatan sebesar 7.385 µm. Parameter yang paling berpengaruh adalah cairan pendingin, putaran spindel, kedalaman potong dengan persentase kontribusi berturut-turut 38.63%, 26.97%, 24.82% dan *error* sebesar 9.57%.

SARAN

Penelitian selanjutnya pada saat pengukuran kebulatan memakai *v-block* yang sudah sistem penguncian magnet. Hal ini bertujuan agar hasil pengukuran lebih baik lagi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rochim, T., 2007, Klasifikasi Proses, Gaya & Daya Pemesinan, ITB, Bandung.
- [2] Hoten, H., V., Nanda, A., R. 2017. Optimasi Parameter Proses Untuk Meningkatkan Produktivitas Pembubutan Dengan Menggunakan Metode *Taguchi* Dan *ANOVA*. *Jurnal Mekanikal*, Vol 8 (1) pp. 704–708.
- [3] J. S. Pribadi, Y. Yulianto, and B. A. Girawan. 2020. Optimasi Parameter Pemesinan Menggunakan Metode *Taguchi* Untuk Meningkatkan Kualitas Kebulatan Pada Pembubutan Internal Material S45C. *Infotekmesin*, Vol. 11 (1) pp. 31–36.

- [4] Jirapattarasilp, K., Kuptanawin, C. 2012. Effect of Turning Parameters on Roundness and Hardness of Stainless Steel: SUS 303. *AASRI Procedia*, Vol. 3 pp. 160-165.
- [5] Jerold, B., D. 2011. Experimental investigation of turning AISI 1045 steel using cryogenic carbon dioxide as the cutting fluid. *Journal of Manufacturing Processes*, Vol. 13 (2) pp. 113-119.
- [6] Velan, M., V., G., Shree, M., S., Muthuswamy, P. 2021. Effect of cutting parameters and high-pressure coolant on forces, surface roughness and tool life in turning AISI 1045 steel. *Materials Today: Proceedings*, Vol. 43 (1) pp. 482-489.
- [7] Jebaraj, M., Kumar, P., M., and Anburaj, R. 2020. Effect of LN₂ and CO₂ coolants in milling of 55NiCrMoV7 steel. *Journal of Manufacturing Processes*, Vol. 53, May 2020, pp. 318-327.
- [8] Kondo, M., Y., etc. 2018. Optimizing cutting parameters for cutting power and roughness in VAT 32® turning with an experimental Al₂O₃-MgO ceramic tool using Taguchi's method. *Procedia CIRP*, Vol. 77 Pages 610-613.
- [9] Ravuri, M., etc. 2021. Parametric optimization of face turning parameters for surface roughness on EN 31 material using RSM and Taguchi method. *Materials Today: Proceedings*, Vol. 37 (2) pp. 769-774.
- [10] Kishore, D., S., C. 2015. Optimization of machining parameters for improving cutting force and surface roughness in turning of Al6061-TiC in-situ metal matrix composites by using Taguchi method. *Materials Today: Proceedings*, vol. 2 (4-5) pp. 3075-3083.
- [11] Kawin, N., etc. 2020. Optimization of turning parameters in sugarcane bagasse ash reinforced with Al-Si10-Mg alloy composites by Taguchi method. *Materials Today: Proceedings*, vol. 21 (1) pp. 474-476.
- [12] Rochim, T., 2016, *Spesifikasi, Metrologi, dan Kontrol Kualitas Geometrik* 1st ed., ITB, Bandung.