

VARIASI SUDUT POTONG DAN KECEPATAN POTONG TERHADAP LAJU PEMAKANAN MATERIAL SCM 440

Arianda Pratama¹, Zaldy Kurniawan², Husman³, Ilham Ary Wahyudie⁴

²Ketua Peneliti

^{1,2,3,4}Teknik Mesin dan Manufaktur, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

Jl. Timah Raya, Air Kantung – Sungailiat Bangka

Email : ariandapratama3107@gmail.com

Abstrak

Saat proses pembubutan benda kerja, ada beberapa faktor yang mempengaruhi hasil akhir benda kerja, seperti sudut potong dan kecepatan potong. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh dari variasi sudut potong dan kecepatan potong terhadap laju pemakanan material SCM 440. Metode yang dipakai pada penelitian ini yaitu *Response Surface Methodology* (RSM), dengan desain dua parameter yang masing-masing memiliki tiga level untuk setiap variasi parameter. Hasil analisis data memperoleh *eigen value* berbeda tanda (positif dan negatif) yang menunjukkan bahwa nilai *stationary point* dalam bentuk *saddle point* dengan nilai *stationary point* x_1 (sudut potong) sebesar -1,686 dan x_2 (Vc) sebesar 0,199. Dari proses *uncode* didapatkan nilai optimal untuk faktor pada MRR yaitu sudut potong sebesar $10,64^\circ$ dan Vc sebesar 15,28 m/menit. Laju pemakanan material optimal pada material SCM 440 diperoleh pada nilai optimal tidak minimum maupun maksimum atau diperoleh bentuk *saddle point* pada sudut potong sebesar $10,64^\circ$ dan Vc sebesar 15,28 m/menit dengan area MRR nya bernilai 300-400 mm³/menit.

Kata kunci: SCM 440, MRR, *Response Surface Methodology*, sudut potong, kecepatan potong.

Abstract

During the workpiece turning process, several factors affect the final workpiece, such as the cutting angle and cutting speed. The purpose of this study was to determine the effect of variations in cutting angle and cutting speed on the material consumption rate of SCM 440. The method used in this study is the *Response Surface Methodology* (RSM), with a two-parameter design, each of which has three levels for each parameter variation. . The results of data analysis obtained eigen values with different signs (positive and negative) which indicated that the stationary point values were in the form of saddle points with a stationary point values of x_1 (cutting angle) of -1.686 and x_2 (Vc) of 0.199. From the uncoded process, the optimal value for the MRR factor is obtained, namely the cut angle of 10.64° and Vc of 15.28 m/min. The optimum feed rate for SCM 440 material is obtained at an optimal value of neither minimum nor maximum or a saddle point shape at a cutting angle cut of 10.64° and Vc of 15.28 m/min with an MRR area of 300-400 mm³/minute.

Keywords: SCM 440, MRR, *Response Surface Methodology*, cutting angle, cutting speed.

PENDAHULUAN

Ilmu pengetahuan dan inovasi semakin bertambahnya waktu semakin berkembang dengan cepat, terutama dalam dunia industri manufaktur. Industri manufaktur sendiri tidak lepas dari adanya proses pemesinan. Salah satu contoh perkembangan teknologi dalam dunia industri manufaktur adalah proses industri dengan menggunakan mesin bubut. Mesin bubut merupakan mesin perkakas yang

membuat benda kerja sesuai pada spesifikasi geometri yang telah ditetapkan (umumnya berwujud silinder atau poros dan terbuat dari bahan logam) dengan bentuk dan ukuran yang diharapkan melalui cara membuang/memotong bagian dari benda kerja menjadi geram memakai mata potong *single point* yang umumnya material mata potong lebih keras dari material benda kerja yang dikerjakan [1]. Pekerjaan pemotongan logam merupakan salah satu kegiatan yang banyak dilakukan dalam industri manufaktur, kira-kira 80% dari setiap jenis aktivitas

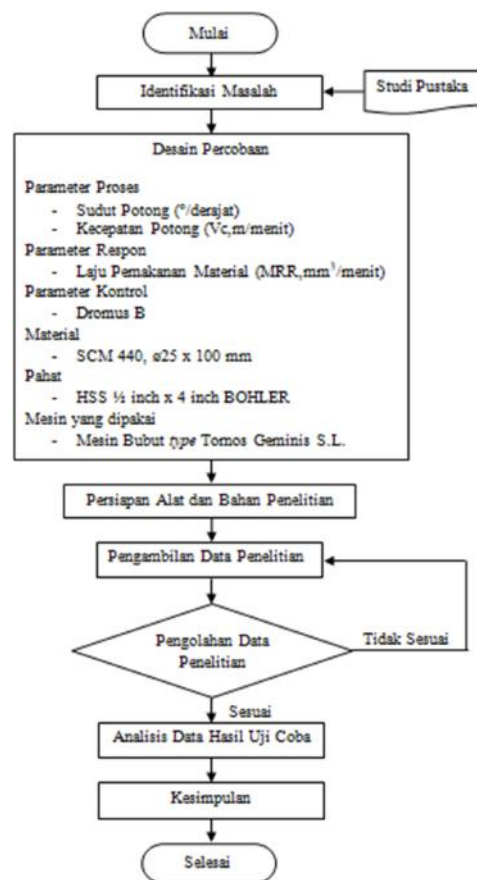
dalam proses pemotongan logam memakai proses bubut [2]. Kesuksesan industri manufaktur global dalam meningkatkan proses produksi paling dipengaruhi oleh peralatan mesin produksi yang dipakai [3].

Karakteristik kualitas yang penting dalam proses pembubutan adalah kekasaran permukaan material dan laju pemakanan material, karakteristik kualitas ini dipengaruhi oleh parameter proses pemesinan seperti kecepatan potong, gerak pemakanan, kedalaman potong dan jenis pendingin [4]. Sudut potong dan kecepatan potong yang merupakan parameter pemesinan dapat mempengaruhi hasil kualitas kekasaran permukaan dan nilai laju pemakanan material atau *material removal rate* (MRR) pada proses pembubutan. Parameter pemesinan seperti sudut potong, kecepatan potong, dan kecepatan pemakanan menentukan MRR dari proses bubut dan jika terlalu banyak penentuan parameter pemesinan justru akan menyebabkan produk harus dikerjakan ulang (*reworked*), sehingga mengurangi produktivitas [5]. Memilih parameter sudut potong yang benar untuk dipakai sangat penting agar mencapai kualitas permukaan yang diinginkan [6]. Kualitas permukaan benda kerja bubut dipengaruhi oleh besarnya kecepatan potong, gerak pemakanan dan kedalaman potong [7].

Berdasarkan penjelasan dan uraian di atas, untuk menjawab rasa penasaran penulis, maka penulis akan melaksanakan penelitian tentang pengaruh variasi sudut potong dan kecepatan potong terhadap laju pemakanan material SCM 440. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh dari variasi sudut potong dan kecepatan potong terhadap laju pemakanan material SCM 440 dan mengetahui *setting* parameter pemesinan yang tepat pada proses pemesinan bubut agar mendapatkan hasil laju pemakanan material optimal.

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini tersedia prosedur penelitian untuk mempermudah peneliti dalam melaksanakan dan mencapai tujuan penelitian ini. Prosedur penelitian ditunjukkan pada Gambar 1. berikut:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

1. Alat dan Bahan

Alat yang dipakai pada penelitian ini adalah HSS $\frac{1}{2}$ inch x 4 inch BOHLER, mesin bubut *type* Tornos Geminis S.L., dan timbangan digital *type* OHAUS. Masing-masing ditunjukkan pada Gambar 2., Gambar 3., dan Gambar 4. berikut:



Gambar 2. Pahat HSS $\frac{1}{2}$ inch x 4 inch BOHLER.



Gambar 3. Mesin Bubut *type* Tornos Geminis S.L.



Gambar 4. Timbangan Digital type OHAUS

Bahan yang dipakai pada penelitian ini adalah material SCM 440 dengan ukuran dimensi material adalah $\phi 25 \times 100$ mm. Ditunjukkan pada Gambar 5. berikut:



Gambar 5. Material SCM 440

2. Desain Percobaan

Jumlah parameter penelitian atau k yaitu 2, dimana jumlah *factorial point* yaitu $2^k = 4$, *axial point* sejumlah $2k = 4$, dan 3 eksperimen *center point* sebagai penambah ketelitian atas respon yang diharapkan dengan 2 parameter pada penelitian proyek akhir ini. Adapun desain percobaan penelitian proyek akhir ini yang berbentuk kode level parameter ditunjukkan sebagai berikut:

Tabel 1. Desain Percobaan Penelitian

No	Kode Level	
	Parameter 1	Parameter 2
1	-1	-1
2	1	-1
3	-1	1
4	1	1
5	-1,40	0
6	1,40	0
7	0	-1,40
8	0	1,40
9	0	0
10	0	0
11	0	0

Nilai level dari variasi untuk 2 parameter ditambah dengan nilai level dari *axial point* ditunjukkan pada Tabel 2. berikut:

Tabel 2. Nilai Level dari Variasi Parameter

Level Parameter	-1,40	-1	0	1	1,40
Sudut Potong (°/derajat)	11,60	12	13	14	14,40
Kecepatan Potong (VC,m/menit)	13,60	14	15	16	16,40

3. Analisis Data Hasil Uji Coba

Analisis dilakukan menggunakan metode *response surface* dengan *central composite design*, setelah pengolahan data akan dilakukan perhitungan serta pengujian data.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil percobaan dan perhitungan laju pemakanan material (MRR) ditunjukkan pada Tabel 3., Tabel 4., dan Tabel 5. berikut:

Tabel 3 Data Hasil Percobaan Laju Pemakanan Material

Percobaan	Parameter		Berat Awal (gram)	Berat Akhir (gram)	Waktu proses Pengerjaan (menit)
	Sudut Potong (°/derajat)	Kecepatan Potong (Vc,m/menit)			
1	12	14	391,37	388,32	1,764
2	14	14	392,30	389,18	1,738
3	12	16	392,05	389,13	1,329
4	14	16	391,79	386,67	1,345
5	11,60	15	392,39	388,44	1,338
6	14,40	15	391,65	388,35	1,326
7	13	13,60	391,82	389,54	1,754
8	13	16,40	392,36	387,84	1,306
9	13	15	392,78	389,03	1,322
10	13	15	391,78	388,49	1,340
11	13	15	392,73	389,75	1,325

Hasil percobaan

Tabel 4. Data Hasil Selisih Berat Awal dan Akhir Benda Kerja

Percobaan	Berat Awal (gram)	Berat Akhir (gram)	Selisih (gram)
1	391,37	388,32	3,05
2	392,30	389,18	3,12
3	392,05	389,13	2,92
4	391,79	386,67	5,12
5	392,39	388,44	3,95
6	391,65	388,35	3,30
7	391,82	389,54	2,28
8	392,36	387,84	4,52
9	392,78	389,03	3,75
10	391,78	388,49	3,29
11	392,73	389,75	2,98

Hasil percobaan dan perhitungan

Tabel 5. Hasil Perhitungan MRR

Percobaan	Selisih (gram)	Massa Jenis (g/mm ³)	Volume Material yang Terbuang (mm ³)	Waktu Proses Pengerjaan (menit)	MRR (mm ³ /menit)
1	3,05	0,00785	388,535	1,764	220,26
2	3,12	0,00785	397,452	1,738	228,68
3	2,92	0,00785	371,975	1,329	279,89
4	5,12	0,00785	652,229	1,345	484,93
5	3,95	0,00785	503,185	1,338	376,07
6	3,30	0,00785	420,382	1,326	317,03
7	2,28	0,00785	290,446	1,754	165,59
8	4,52	0,00785	575,796	1,306	440,89
9	3,75	0,00785	477,707	1,322	361,35
10	3,29	0,00785	419,108	1,340	312,77
11	2,98	0,00785	379,618	1,325	286,50

Hasil percobaan dan perhitungan

Pendekatan regresi dilakukan untuk mendapatkan *Second-order* model yang terdiri dari x_2 (sudut potong), x_1 (Vc), x_1^2 (sudut potong pangkat 2), x_2^2 (Vc pangkat 2), dan x_1x_2 (sudut potong dikali Vc), jadi persamaan *Second-order* modelnya adalah

$$= 320,4949 + 16,51581X_1 + 88,54676X_2 + 7,799236X_1^2 - 14,2994X_2^2 + 49,15315X_1X_2$$

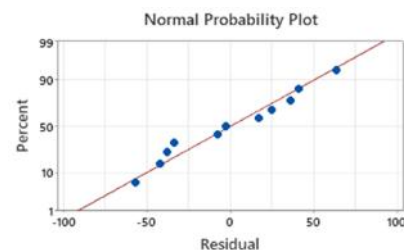
Analisis ragam (ANOVA) dipakai untuk menganalisis model permukaan respon laju pemakanan material. Hasil analisis ragam bertujuan untuk melihat pengaruh faktor-faktor terhadap respon. Nilai *p-value* yang diperoleh digunakan sebagai statistik uji untuk menyimpulkan hipotesis null (H_0) ditolak atau gagal ditolak. Hasil analisis ragam ditunjukkan pada Tabel 6 berikut:

Tabel 6. Analisis Ragam (ANOVA) MRR

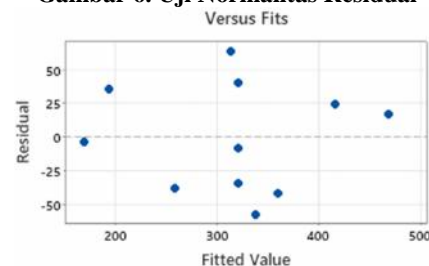
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	5	75887,9	15177,6	4,89	0,053
Linear	2	64257,3	32128,7	10,36	0,017
Sudut potong	1	2160,4	2160,4	0,70	0,442
Vc	1	62097,0	62097,0	20,02	0,007
Square	2	1966,4	983,2	0,32	0,742
Sudut potong*Sudut potong	1	334,3	334,3	0,11	0,756
Vc*Vc	1	1123,8	1123,8	0,36	0,573
2-Way Interaction	1	9664,1	9664,1	3,12	0,138
Sudut potong*Vc	1	9664,1	9664,1	3,12	0,138
Error	5	15509,6	3101,9		
Lack-of-Fit	3	12625,4	4208,5	2,92	0,266
Pure Error	2	2884,1	1442,1		
Total	10	91397,5			

Berdasarkan uji anova yang telah dilakukan dan didapatkan nilai *p-value* untuk sudut potong sebesar 0,442 berarti H_0 gagal ditolak dengan kata lain bahwa tidak ditemukan pengaruh signifikan dari sudut potong terhadap laju pemakanan material karena *p-value* > 0,05. Didapatkan nilai *p-value* untuk kecepatan potong sebesar 0,007 berarti H_0 ditolak dengan kata lain bahwa ditemukan pengaruh signifikan dari kecepatan potong terhadap laju pemakanan material karena *p-value* < 0,05. Dan nilai *p-value* untuk interaksi antara sudut potong dan kecepatan potong sebesar 0,138 berarti H_0 gagal ditolak dengan kata lain tidak ditemukan pengaruh signifikan dari sudut potong terhadap laju pemakanan material karena *p-value* > 0,05.

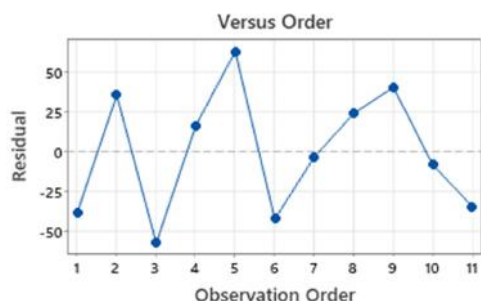
Uji normalitas merupakan uji untuk melihat apakah nilai residual terdistribusi normal atau tidak. Ada 3 hal yang harus diperhatikan dalam analisis residual yaitu memeriksa kenormalan residual, plot hasil residual dengan taksiran respon, dan plot antara residual dengan order. Hasil plot uji normalitas residual untuk laju pemakanan material ditunjukkan pada Gambar 6., 7., dan 8. berikut:



Gambar 6. Uji Normalitas Residual



Gambar 7. Plot Hasil Residual dengan Taksiran Respon



Gambar 8. Plot antara Residual dengan Order

Pada Gambar 6., Gambar 7., dan Gambar 8. terlihat bahwa titik pada plot membentuk pola linear atau garis lurus dan data tersebar secara normal yang berarti residual data memenuhi asumsi distribusi normal, sehingga analisis data dapat dilanjutkan. Dilakukan analisis data untuk mendapatkan nilai *stationary point* dan *eigen value*. Persamaan *stationary point* ditunjukkan sebagai berikut:

$$X_0 = -\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 7,799236 & \frac{1}{2}(49,15315) \\ \frac{1}{2}(49,15315) & -14,2294 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 16,51581 \\ 88,54676 \end{bmatrix}$$

$$X_0 = \begin{bmatrix} -1,686 \\ 0,199 \end{bmatrix}$$

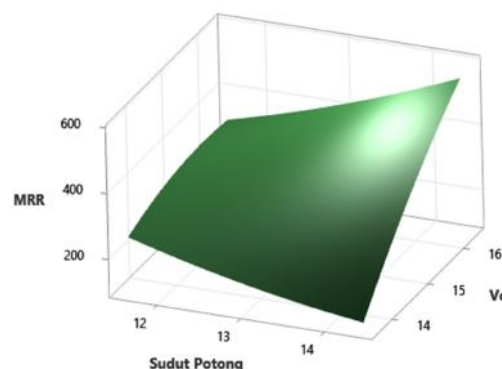
Untuk *eigen value* ditentukan dari *model canonical* berikut:

$$\hat{y} = \hat{y}_0 + 7,799236\omega_1^2 - 14,2994\omega_2^2 \dots\dots\dots(1)$$

Sehingga didapatkan *eigen value* (λ_i) berbeda tanda (positif dan negatif) yang menunjukkan bahwa nilai *stationary point* dalam bentuk *saddle point*.

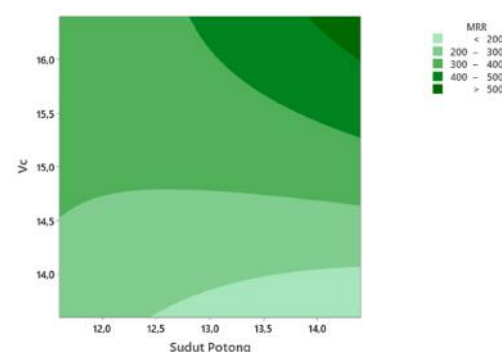
Dari nilai di atas maka nilai *stationary point* x_1 (sudut potong) sebesar -1,686 dan x_2 (Vc) sebesar 0,199. Untuk nilai sebenarnya perlu dilakukan proses *uncode*. Dari proses *uncode* didapatkan nilai optimal untuk faktor pada MRR yaitu sudut potong sebesar 10,64° dan Vc sebesar 15,28 m/menit.

Berikut ini adalah grafik *plot* MRR terhadap sudut potong dan kecepatan potong (Vc) yang terdiri dari *surface plot* dan *contour plot*. Grafik *surface plot* dapat dilihat pada Gambar 9. berikut:



Gambar 9. Grafik surface plot MRR vs Sudut Potong dan Vc

Grafik *contour plot* dapat dilihat pada Gambar 10. berikut:



Gambar 10. Grafik Contour Plot MRR vs Sudut Potong dan Vc

Didapatkan bentuk *saddle point* pada grafik *surface plot* berdasarkan *model canonical* sehingga nilai optimal tidak minimum maupun maksimum atau diperoleh bentuk *saddle point* pada sudut potong sebesar 10,64° dan Vc sebesar 15,28 m/menit yang bisa dilihat pada grafik *contour plot* dengan area MRR nya bernilai 300-400 mm³/menit.

Grafik *contour plot* menunjukkan pengaruh dari variasi sudut potong dan kecepatan potong terhadap laju pemakanan material. Pada sudut potong 14° dan kecepatan potong 14 m/menit dihasilkan nilai MRR 200-300 mm³/menit. Sedangkan pada sudut potong 14° dan kecepatan potong 16 m/menit dihasilkan nilai MRR 400-500 mm³/menit.

KESIMPULAN

Variasi sudut potong dan kecepatan potong mempengaruhi laju pemakanan material SCM 440. Pada sudut potong 14° dan kecepatan potong 14 m/menit dihasilkan nilai MRR 200-300 mm³/menit,

sedangkan pada sudut potong 14° dan kecepatan potong 16 m/menit dihasilkan nilai MRR 400-500 mm³/menit. *Setting* parameter pada proses pembubutan untuk menghasilkan laju pemakanan material optimal pada material SCM 440 yaitu dengan nilai optimal tidak minimum maupun maksimum atau diperoleh bentuk *saddle point* pada sudut potong sebesar $10,64^\circ$ dan Vc sebesar 15,28 m/menit dengan area MRR nya bernilai 300-400 mm³/menit.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih saya ucapkan pertama-tama kepada Allah SWT dan kedua orang tua saya serta Bapak Zaldy Kurniawan selaku dosen pembimbing utama saya. Terima kasih juga saya ucapkan kepada seluruh dosen teknik mesin POLMAN BABEL dan juga kepada teman-teman semua yang telah membantu saya selama penelitian ini..

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rochim, Taufiq. 2007. Klasifikasi Proses, Gaya & Daya Pemesinan. Bandung: ITB.
- [2] Azib, F. B. Al. (2017). Pengaruh Variasi Kecepatan Potong, Gerak Makan, Dan Kedalaman Potong Pada Mesin Bubut Terhadap Tingkat Keausan Pahat HSS *Effect*.
- [3] Fachrezi, R., Kurniawan, Z., & Aswin, F. (2022). Analisis Variasi Parameter Proses Permesinan Terhadap Tingkat Kekasaran Permukaan Material SKD 11 Dengan Menggunakan Mesin Bubut Geminis. 9–14.
- [4] Wahid, M. A., P, D. R., Rohman, A., & P, G. S. (2017). Optimasi Multi Respon Menggunakan Metode Taguchi - Weighted Principal Component Analysis (WPCA) Pada Proses Bubut Material ST 60 Dengan Pendinginan Minimum Quantity Lubrication (MQL). 4, 47–53.
- [5] Gultom, P. I., & Kiswandono. (2020). Pengaruh Kecepatan Potong , Kecepatan Pemakanan Dan Sudut Potong Utama Terhadap Kekasaran Permukaan Pada Proses Bubut Medium Carbon Steel. 11 (September), 13–18.
- [6] Susarno, A., Herdrawan, M. A., & Supriyono. (2012). Studi Pengaruh Sudut Potong Pahat Hss pada Proses Bubut dengan Tipe Pemotongan Orthogonal terhadap Kekasaran Permukaan. 1-14.
- [7] Afringga, R., Prayitnoadi, R. P., & Erafeli, B. (2017). Pengaruh Gerak Pemakanan (*Feeding*) Pada Proses Pemotongan Benda Kerja S45C Terhadap Hasil Kekasaran Permukaan Benda Kerja Menggunakan Pahat Bubut HSS ASSAB 17 Di Mesin Bubut Konvensional. 3(2).