

OPTIMASI KEKASARAN PERMUKAAN BAJA SKD11 PADA PROSES CNC MILLING MENGGUNAKAN CUTTING TOOL BERBAHAN CARBIDE DENGAN METODE TAGUCHI

Irvine Sebastian, Sobron Yamin Lubis, Rosehan

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara Jakarta, Indonesia

Email: irvine.515180002@stu.untar.ac.id, sobronl@ft.untar.ac.id, rosehan@ft.untar.ac.id

Abstract

Determination of variable settings in the right cnc milling machining process will get maximum results. This is done to reduce the process of repeated experiments so that the time and cost of the machining process can be minimized. SKD 11 steel material has a hardness level of 16 – 20 HRC, is one type of tool steel, namely steel material that is commonly used as cutting knives, deep drawing molds, Drawing cones, Compression molding dies. Surface roughness is one of the characteristics of machining performance in the milling process. This research was conducted to find the optimal variable of surface roughness by using a combination of spindle rotation process variables, feedrate and feeding depth. The method used is the taguchi method. The combination of variables or process parameters in the SKD 11 milling process that can produce an optimal response value is a spindle speed of 2000 rpm, a feedrate of 256 mm/minute, and a feed depth of 0.25 mm.

Keywords: CNC milling; taguchi, SKD 1; optimization of surface roughness

Pendahuluan

Proses permesinan menjadi solusi pengerjaan ketika proses pengerjaan tidak dapat dilakukan dengan manual, hasil produksi harus diimbangi dengan peningkatan kualitas hasil produksi, khusus pada proses produksi menggunakan mesin perkakas seperti mesin CNC *milling*. Dengan mesin tersebut akan mempermudah proses pembuatan komponen-komponen mesin dengan ketelitian yang tinggi dan efisien.

Dalam proses permesinan CNC *milling* untuk mendapatkan kualitas pemotongan benda kerja yang baik diperlukan pemilihan pengaturan parameter yang tepat. Alat potong *milling* menjadi salah satu faktor dalam proses permesinan di mesin *milling*. Mempertimbangkan hal tersebut, maka bahan yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian ini adalah Baja SKD11, dengan kekerasan 16 – 20 HRC. Dikarenakan sering digunakan dalam komponen mesin, baik komponen transmisi, komponen konstruksi, komponen untuk membuat cetakan atau *moulding*.

Pada *Face Milling*, pahat dipasang pada *spindel* yang memiliki sumbu putar tegak lurus terhadap permukaan benda kerja. Permukaan hasil proses *milling*

dihasilkan dari hasil penyayatan oleh ujung dan selubung pahat. Proses *face milling* pada prinsipnya dapat menghasilkan permukaan yang sangat rata. Namun dalam praktik, hasil yang didapatkan selalu menunjukkan tanda trochoidal yang terlihat mengikuti gerakan titik-titik pada permukaan ujung pemotongnya.

Beberapa faktor yang mempengaruhi kekasaran permukaan pada pengerjaan logam dengan menggunakan mesin CNC *milling* antara lain kecepatan *spindle*, laju pemakanan dan kedalaman pemakanan. Pada proses penyelesaian pekerjaan, selain dimensi produk jadi, kekasaran permukaan (*surface roughness*) merupakan salah satu karakteristik kualitas yang penting untuk menunjukkan kualitas pengerjaan. Secara khusus kekasaran permukaan memegang peran penting pada kualitas produk dan merupakan salah satu parameter yang penting untuk mengevaluasi dari hasil proses keakurasian permesinan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil dari parameter yang digunakan dalam menggunakan mesin *cnc milling*, mengetahui hasil dari optimasi parameter yang digunakan dalam menggunakan mesin *cnc milling*, dan menganalisis pengaruh parameter pemotongan terhadap proses *cnc milling* material baja SKD11 menggunakan metode *Taguchi*.

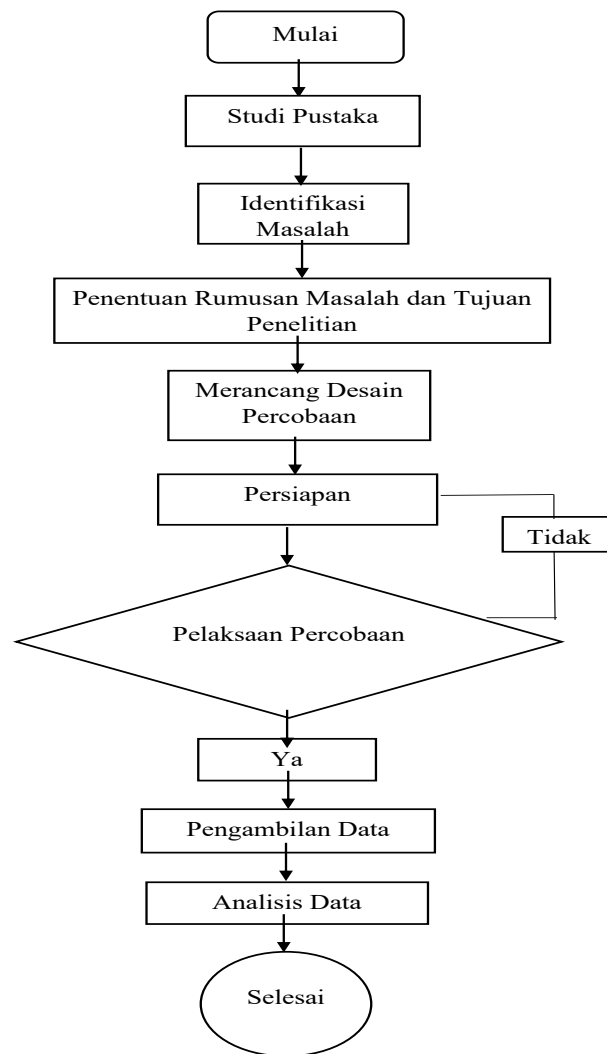
Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah menggunakan data primer, hal ini diawali dengan menentukan topik apa yang akan diangkat dan mencari literatur yang dapat digunakan untuk topik penelitian. Optimasi kekasaran permukaan permukaan baja SKD11 dalam proses *cnc milling*. Pengamatan terhadap kondisi permukaan baja SKD11 serta berbagai aspek parameter proses pemesinan sebagai acuan untuk membuat identifikasi dan batasan masalah. Penelitian ini akan difokuskan pada mencari parameter terbaik agar mendapatkan kekasaran permukaan yang baik.

Penelitian optimasi parameter ini dimulai dengan melakukan penentuan kombinasi parameter proses pemesinan *cnc milling* atau desain eksperimen. Setelah penyusunan desain eksperimen, maka akan dilakukan analisis terhadap specimen yang akan diuji.

Pengujian akan dilakukan menggunakan CNC *Milling* Okuma Ace Center MB-46VAE-R. Variasi parameter yang digunakan berupa kecepatan *spindle*, *federate*, dan kedalaman pemakanan. Setelah dilakukan proses *milling* selanjutnya permukaan yang terkena sayatan diukur tingkat kekasarannya menggunakan *surface roughness tester* tipe Mitutoyo-SJ-210. Pengukuran dilakukan sebanyak 3 kali pada setiap percobaan. Setelah didapatkan data dilakukan pengumpulan data. Selanjutnya proses pengolahan data menggunakan *software minitab* 2019 dengan menggunakan metode *Taguchi*. *Flowchart* penelitian dapat dilihat dibawah ini.

Optimasi Kekasaran Permukaan Baja SKD11 Pada Proses CNC Milling Menggunakan Cutting Tool Berbahan Carbide dengan Metode Taguchi



Tabel 1
Parameter Pemotongan

No	Kecepatan Spindle	Feedrate	Kedalaman Pemakanan
1	1400	236	0,25
2	1600	256	0,45
3	1800	276	0,75

Tabel 2
Variasi Parameter Pemotongan.

Eksperimen	Kecepatan <i>Spindle</i> (rpm)	<i>Feedrate</i> (mm/menit)	Kedalaman pemakanan (mm)	Hasil Pengukuran
1	1	1	1	Ra1
2	1	2	2	Ra2
3	1	3	3	Ra3
4	2	1	2	Ra4
5	2	2	3	Ra5
6	2	3	1	Ra6
7	3	1	3	Ra7
8	3	2	1	Ra8
9	3	3	2	Ra9

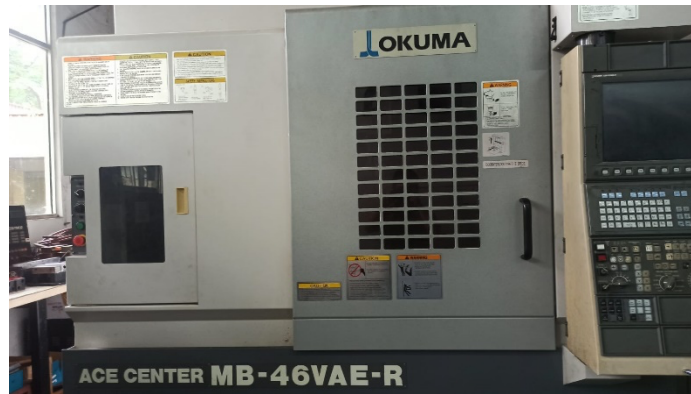


Gambar 1
Specimen Baja SKD11

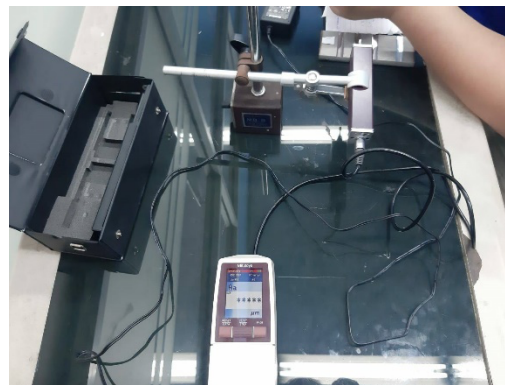


Gambar 2
Cutting Tool Carbide Yang Digunakan

Optimasi Kekasaran Permukaan Baja SKD11 Pada Proses CNC Milling Menggunakan Cutting Tool Berbahan Carbide dengan Metode Taguchi



Gambar 3
Mesin *CNC Milling* Yang Digunakan



Gambar 4
Proses Pengukuran Menggunakan *Surface Roughness Tester*

Hasil Dan Pembahasan

Proses *CNC milling* dilakukan menggunakan beberapa variasi kecepatan *spindle*, *federate*, kedalaman pemakanan yang berbeda pada specimen. *Surface roughness tester* digunakan untuk mengukur kekasaran permukaan *specimen* setelah dilakukan proses *milling* yang terbuat dari setiap variasi pemotongan. Tujuan akhir dari penelitian ini adalah untuk mencari parameter yang menghasilkan tingkat kekasaran paling baik pada jenis baja SKD11 menggunakan *cutting tool endmill* berbahan *carbide* dengan memvariasikan parameter pemotongan tersebut.



Gambar 5
Proses Milling Pada Specimen

Tabel 3
Tabel Hasil Pengukuran Specimen

Eksperimen	Kecepatan Spindle (rpm)	Feedrate (mm/menit)	Kedalaman pemakanan (mm)	Hasil Pengukuran 1	Hasil Pengukuran 2	Hasil Pengukuran 3	Jumlah	Rata-Rata
1	1	1	1	0,657	0,653	0,658	1,968	0,656
2	1	2	2	0,324	0,307	0,304	0,935	0,311
3	1	3	3	0,821	0,819	0,821	2,461	0,820
4	2	1	2	0,937	0,959	0,950	2,846	0,948
5	2	2	3	0,960	0,957	0,960	2,877	0,959
6	2	3	1	0,451	0,453	0,449	1,353	0,451
7	3	1	3	0,333	0,284	0,280	0,897	0,299
8	3	2	1	0,304	0,278	0,269	0,851	0,284
9	3	3	2	0,278	0,280	0,283	0,841	0,280

Berdasarkan hasil pengukuran didapat hipotesa bahwa pengaruh kecepatan spindle dan *feedrate* dan kedalaman pemakanan terhadap nilai kekasaran permukaan SKD11. Hal tersebut terjadi karena kecepatan spindle yang tinggi akan menghasilkan nilai kekasaran permukaan yang kecil. *Feedrate* yang tinggi akan menghasilkan kekasaran permukaan yang besar begitu juga dengan kedalaman pemakanan yang tinggi akan menghasilkan nilai kekasaran permukaan yang besar juga. Dapat dilihat pada eksperimen no 5 dalam tabel 2. Dimana nilai kekasaran permukaan yang besar akibat dari kombinasi parameter yang tinggi dimana kecepatan spindle adalah 1600 rpm/menit, *feedrate* 256 mm/menit, dan kedalaman pemakanan 0,75mm.

Menghitung Percobaan Taguchi:

1. Menghitung Nilai *Mean* Seluruh Percobaan

Berikut adalah hasil *mean* atau nilai tengah dari seluruh percobaan.

$$y = \frac{\sum y}{N} = \frac{0,656 + 0,311 + 0,820 + 0,948 + 0,959 + 0,451 + 0,299 + 0,284 + 0,280}{9}$$

$$\bar{y} = \frac{5,008}{9} = 0,557$$

2. Berikut perhitungan untuk mencari Nilai Total Sum Of Square untuk uji *surface roughness* atau kekasaran permukaan :

$$\begin{aligned} ST = \Sigma y^2 = & 0,657^2 + 0,653^2 + 0,658^2 + 0,324^2 + 0,307^2 + 0,304^2 + 0,821^2 + \\ & 0,819^2 + 0,821^2 + 0,937^2 + 0,959^2 + 0,950^2 + 0,960^2 + 0,957^2 + 0,960^2 + \\ & 0,451^2 \\ & + 0,453^2 + 0,449^2 + 0,333^2 + 0,284^2 + 0,280^2 + 0,304^2 + 0,278^2 + 0,269^2 + \\ & 0,278^2 + 0,280^2 + 0,283^2 \end{aligned}$$

$$ST = 10,42.$$

3. Merupakan nilai tengah dari *Sum of Square*.

$$S_m = n\bar{y}^2 = 27 \times 0,556 = 8,376$$

4. Menghitung *Sum Of Square Due to Factors*

Mencari nilai dari setiap faktor yaitu kecepatan *spindle*, *federate*, kedalaman pemakanan.

$$\begin{aligned} SA &= N_{A1} \times (A1^2) + N_{A2} \times (A2^2) + N_{A3} \times (A3^2) - S_m \\ &= 9 \times (0,5960^2) + 9 \times (0,7862^2) + 9 \times (0,2848^2) - 8,376 \\ &= 0,83 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} SB &= N_{B1} \times (B1^2) + N_{B2} \times (B2^2) + N_{B3} \times (B3^2) - S_m \\ &= 9 \times (0,6346^2) + 9 \times (0,5152^2) + 9 \times (0,5152^2) - 8,376 \\ &= 0,026 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} SC &= N_{C1} \times (C1^2) + N_{C2} \times (C2^2) + N_{C3} \times (C3^2) - S_m \\ &= 9 \times (0,4607^2) + 9 \times (0,5136^2) + 9 \times (0,6928^2) - 8,376 \\ &= 0,228 \end{aligned}$$

5. Menghitung *Sum Square Due to Error*.

Mencari nilai *error* dari *sum square*.

$$\begin{aligned} S_e &= ST - S_m - SA - SB - SC \\ &= 10,42 - 8,376 - 0,83 - 0,026 - 0,228 \\ &= 0,96 \end{aligned}$$

6. Nilai *Mean Sum of due to Error*

Mencari nilai tengah dari *error*.

$$M_{se} = \frac{S_e}{v_e} = \frac{0,96}{27} = 0,035$$

7. Menentukan derajat kebebasan dari sumber variansi

$$V_{A/B/C} = \text{Jumlah level} - 1 = 3 - 1 = 2$$

8. Menghitung *Mean Sum of Squares due to Factor*

Berikut merupakan nilai tengah dari setiap faktor (kecepatan *spindle*, *federate*, kedalaman pemakanan).

$$M_{qA} = SA / V_A = 0,83 / 2 = 0,415$$

$$M_{qB} = SB / V_B = 0,026 / 2 = 0,013$$

$$M_{qC} = SC / V_C = 0,228 / 2 = 0,114$$

9. Menghitung *Pure Sum of Squares*

Untuk mencari nilai yang berpengaruh dari setiap faktor terhadap pengaruh

error.

$$SA_{Ra} = SA - V_A \times MS_e = 0,415 - 2 \times 0,0035 = 0,345$$

$$SB_{Ra} = SB - V_B \times MS_e = 0,013 - 2 \times 0,0035 = -0,0057$$

$$SC_{Ra} = SC - V_C \times MS_e = 0,114 - 2 \times 0,0035 = 0,44$$

10. Menghitung *Percent Contribution*

Mencari nilai persen kontribusi dari faktor yang mempengaruhi hasil kekasaran.

$$pA = \frac{SA}{STotal} \times 100 = \frac{0,83}{1,084} \times 100 = 76,6\%$$

$$pB = \frac{SB}{STotal} \times 100 = \frac{0,026}{1,084} \times 100 = 2,4\%$$

$$pC = \frac{Sc}{STotal} \times 100 = \frac{0,228}{1,084} \times 100 = 21$$

11. Nilai Signal to Noise Ratios (SNR) Taguchi

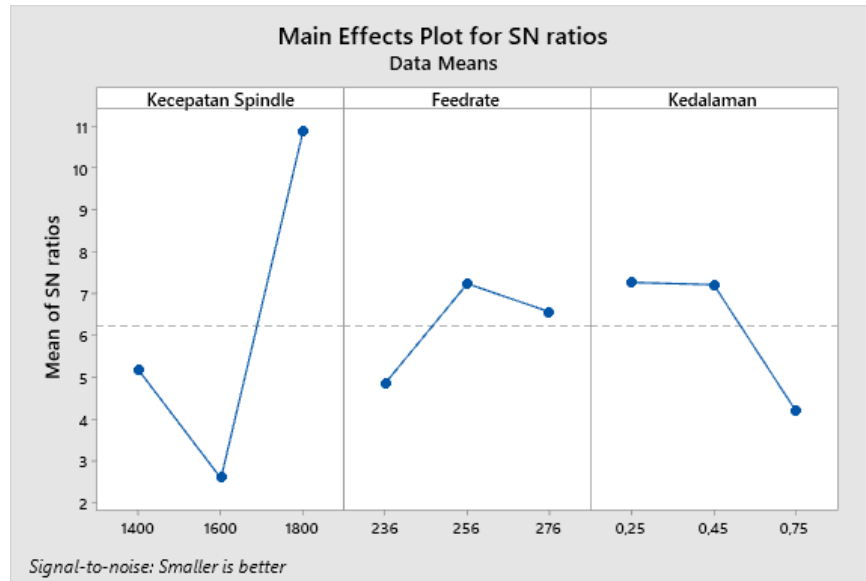
Perhitungan untuk mencari nilai *signal to noise ratios* menggunakan aplikasi mintiab 2019, mendapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 4
Tabel Nilai Signal to Noise Ratios Taguchi

Level	Kecepatan Spindle	Feedrate	Kedalaman
1	5,168	4,859	7,264
2	2,579	7,233	7,209
3	10,906	6,561	4,181
Delta	8,327	2,374	3,083
Rank	1	3	2

Tabel 5
Rata – Rata SNR Dari Setiap Parameter Percobaan

Percobaan	SNR	Rata - rata
1	3,662	5,168
2	10,123	
3	1,720	
4	0,457	2,579
5	0,364	
6	6,916	
7	10,458	10,906
8	11,212	
9	11,046	



Gambar 6
Grafik *Signal to Noise*

Menentukan setting level optimum:

Dalam menentukan setting level optimum untuk mendapatkan hasil kekasaran permukaan kita dapat mengetahui dari grafik signal to noise ratio yang tertera diatas, dimana didapatkan hasil sebagai berikut:

Kecepatan Spindle (A) : level 3 : 1800 rpm/menit

Feedrate (B) : level 2 : 256 mm/menit

Kedalaman (C) : level 1 : 0,25 mm

Kesimpulan

Berdasarkan percobaan yang sudah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa kombinasi parameter yang optimal dimana kecepatan spindle paling tinggi akan menghasilkan nilai kekasaran yang rendah, kombinasi tersebut yaitu kecepatan *spindle* 1800 rpm/menit, *feedrate* 256mm/menit dan kedalaman pemakanan 0,25 mm menghasilkan nilai kekasaran yang kecil dimana nilai tersebut menunjukkan kekasaran yang baik. Hal tersebut terjadi karena chip atau sisa pemotongan menjadi kecil yang disebabkan kedalaman pemakanan yang rendah sehingga nilai kekasaran permukaan baja SKD11 menjadi kecil dapat dilihat pada eksperimen no 9 dalam tabel 2, dimana nilai pengukurannya adalah 0,304, 0,278, 0,269 dengan nilai rata-rata 0,284.

BIBLIOGRAFI

- Roy, R. (1990), A primer on Taguchi Method. American Supplier Institute. Michigan.
- Ross, Phillip J. (1996), Taguchi Techniques for Quality Engineering, Second Edition. McGraw-Hill Professional, New York.
- Daryanto. (2006). Mesin Perkakas Bengkel. Jakarta: Rineka Cipta.
- Ross, Phillip J. (1996), Taguchi Techniques for Quality Engineering, Second Edition. McGraw-Hill Professional, New York.
- Rahdiyanta, D. (2010). Proses Frais (Milling). Yogyakarta: Jurusan Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
- Mutaqqin, M. (2018). Pengaruhgerak Makan Dan kedalaman potong terhadap kekasaran permukaan pada pengefraisan Magnesium Menggunakan teknik minimum quantity lubrication (MQL). Bandar Lampung.
- Standar Handbook of Machine Design
- Anjar Priyatmojo, R. (2019). Pengaruh Kecepatan Spindle Dan Kedalaman Pemakanan Proses CNC Frais Terhadap Kekasaran Permukaan Remelting Blok Silinder. Jurnal Kompetensi Teknik.
- Standar ISO 1302: 1996 dan Standar DIN 4768: 1981.
- Sobron Y Lubis. (2014). Pengaruh Parameter Pemotongan Pada Proses Side Milling Dan Face Milling Terhadap Kekasaran Permukaan Logam Baja.

Copyright holder:

Irvine Sebastian, Sobron Yamin Lubis, Rosehan (2022)

First publication right:

Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia

This article is licensed under:

