

Analisis Kekasaran Permukaan Pemotongan Sisi Gerak Melingkar pada CNC Milling

Wendy Putra Andika^{1*}, Husman¹, Muhammad Yunus¹

¹Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat

*E-mail : wendyputraandika289@gmail.com

Received : 11 Desember 2023; Received in revised form : 8 Juli 2024; Accepted : 25 Juli 2024

Abstract

Minimal Surface Roughness results are the desired goal in the CNC Milling machining process for circular motion side cutting with the right machining process parameters in order to obtain minimal workpiece Surface Roughness response results. This study was conducted in order to obtain parameters that contribute greatly to surface roughness and determine the effect of parameter variations on the LAGUN MC 750 CNC milling machine using the Taguchi research method. The machining process parameters varied were spindle speed (2,400 RPM, 3000 RPM), depth of feed (0.2 mm, 0.4 mm) and feeding movement (clockwise, counterclockwise) using S45C steel material. The results of this study show that minimal roughness results are obtained with a spindle speed of 2400 RPM, a depth of feed of 0.2 mm, and a counterclockwise feeding movement.

Keywords: CNC Milling; Surface Roughness; Taguchi Method.

Abstrak

Hasil Kekasaran Permukaan yang minimal merupakan tujuan yang diinginkan pada proses pemesinan CNC Milling terhadap pemotongan sisi gerak melingkar dengan parameter-parameter proses pemesinan yang tepat agar memperoleh hasil respon Kekasaran Permukaan benda kerja yang minimal. Penelitian ini dilakukan bertujuan agar mendapatkan parameter yang berkontribusi besar terhadap kekasaran permukaan dan mengetahui pengaruh variasi parameter pada mesin CNC milling LAGUN MC 750 menggunakan metode penelitian Taguchi. Parameter proses pemesinan yang divariasikan adalah kecepatan *spindle* (2,400 RPM, 3000 RPM), kedalaman pemakanan (0,2 mm, 0,4 mm) dan pergerakan makan (searah jarum jam dan berlawanan arah jarum jam) dengan menggunakan material baja S45C. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa didapatkan hasil kekasaran yang minimal dengan kecepatan spindel 2400 RPM, kedalaman pemakanan 0,2 mm, dan pergerakan pemakanan berlawanan arah jarum jam.

Kata kunci: CNC Milling; Kekasaran Permukaan; Metode Taguchi.

1. PENDAHULUAN

Di era modern saat ini, perkembangan dan kemajuan teknologi dalam dunia industri mengalami pertumbuhan yang signifikan untuk menciptakan sebuah produk dengan kualitas yang terbaik dan mempermudah manusia dalam melakukan pekerjaan. Maka dari itu, sangat dibutuhkan pemesinan yang memiliki kepresisian, ketelitian, kualitas, dan dapat memproduksi produk dengan jumlah yang banyak. Salah satunya yaitu mesin *Computer Numerical Control (CNC) Milling* dapat membantu untuk kebutuhan ini, Karena mesin CNC milling ini mempunyai keunggulan dapat membuat produk dalam jumlah yang banyak

tanpa *mensetting* ulang pada mesin. Sehingga memungkinkan untuk mendapatkan tingkat produksi yang tinggi dengan waktu yang cukup singkat dalam memproduksi sebuah produk [1]. Mesin CNC *milling* memiliki akurasi yang tinggi, dimensi yang akurat, efisiensi waktu produksi yang maksimal, dan tingkat produktivitas yang tinggi. Kinerja mesin CNC dipengaruhi oleh sejumlah parameter pada pemesinan, seperti kecepatan pemakanan, kedalaman pemakanan, jenis pada material, sifat-sifat pada mata potong, sistem pada pendingin, dan faktor-faktor lainnya [2]. Proses *milling* merupakan suatu tahapan dalam bidang bidang pemesinan yang mampu

membentuk suatu objek melalui gerakan meja mesin. Proses penyayatan melibatkan pengurangan sebagai dari bahan kerja untuk membentuk produk yang dihasilkan [3]. Pada dasarnya proses pemotongan mesin *CNC milling* memiliki gerakan yaitu berputarnya alat potong atau *spindle*, kecepatan pergerakan pemakanan, kedalaman pemakanan, dan pergerakan pemakanan. Dengan memperhatikan pergerakan tersebut dengan mengatur parameter-parameter pada mesin bertujuan untuk menghasilkan kualitas kekasaran permukaan yang optimal atau kualitas kekasaran yang baik [4].

Dalam proses pemesinan CNC, aspek yang sangat diperhatikan adalah tingkat kekasaran permukaan, Semakin kecil tingkat kekasaran permukaannya, semakin optimal pula hasil yang diinginkan [5]. Untuk mencapai tingkat kekasaran yang diinginkan pada suatu produk, penting untuk mempertimbangkan berbagai faktor yang mempengaruhi nilai kekasaran permukaan. Ada beberapa faktor yang sangat berpengaruh pada nilai kekasaran permukaan seperti kedalaman pemakanan, laju pemakanan, kecepatan pemakanan, putaran mesin, pergerakan pemakanan, jenis bahan yang digunakan, mata potong, dan media pendingin [6].

Penelitian ini dilakukan pada spesimen baja S45C, baja ini pada umumnya digunakan dalam industri seperti komponen otomotif, komponen pada kapal, bahkan pada komponen pemesinan misalnya roda gigi, poros, dll [7].

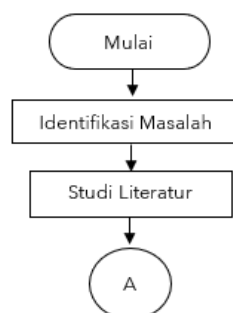
Pada penelitian ini metode analisa yang digunakan adalah metode taguchi. Metode taguchi biasanya digunakan sebagai pendekatan statistik untuk meningkatkan kualitas produk dan proses. Tujuan utamanya adalah memastikan bahwa rata-rata hasil keluaran (*output*) berada pada tingkat atau target yang diinginkan, dengan

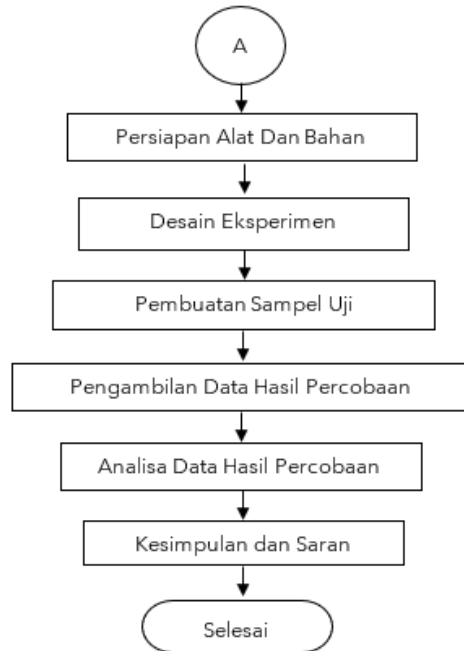
memastikan variabilitas yang digunakan berada pada target yang diinginkan [8]. Sebelum melakukan analisa menggunakan metode taguchi kita harus menentukan jumlah faktor dan jumlah level yang akan diamati, karena akan memilih *Orthogonal Array* (OA) untuk interaksi pada faktor baik maupun faktor gangguan [9]. Dalam metode taguchi ada analisis anova yang digunakan untuk mengevaluasi dampak setiap parameter dan level pada sejumlah hasil eksperimen dengan merancang eksperimen untuk proses pemesinan. Anova juga berfungsi sebagai alat untuk menginterpretasikan data eksperimental. Metode taguchi memanfaatkan *Analysis of Variance* (Anova) untuk menganalisis data variable dengan tujuan mengidentifikasi faktor-faktor yang berpengaruh terhadap nilai respon. Dengan menggunakan *Analysis of Variance* (Anova), metode ini mencari pengaturan level optimal untuk mengurangi penyimpangan varian [10].

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kekasaran permukaan pada pemotongan sisi gerak melingkar searah jarum jam dan berlawanan arah jarum jam pada proses *CNC milling* dan untuk mengetahui pengaruh variasi kecepatan spindel, dan kedalaman pemotongan terhadap pemotongan sisi gerak melingkar.

2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini dilaksanakan sesuai dengan tata cara diagram alir penelitian untuk memastikan keberlanjutan dan ketertiban penelitian. Selanjutnya, dijelaskan kronologis penelitian yang mencakup langkah-langkah awal hingga akhir termasuk tinjauan studi literatur yang mencakup jurnal, buku, serta sumber-sumber baik dalam format fisik, maupun digital. Sumber-sumber tersebut dijadikan sebagai panduan dalam perancangan parameter dan analisis percobaan.





Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.1. Persiapan Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang akan digunakan pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Mesin CNC *Milling*

Pada penelitian ini proses pemesinannya dilakukan pada mesin CNC Milling Lagun MC 750. Mesin tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Mesin CNC *Milling* Lagun MC 750

2. Mata Potong

Mata potong yang digunakan adalah *insert carbide* dengan type APMT113508. Mata potong dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Mata Potong *Insert Carbide*

3. Jangka Sorong

Jangka sorong digunakan untuk mengukur benda kerja sebelum dan

sesudah proses pemesinan. Jangka sorong dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Jangka Sorong

4. Baja S45C

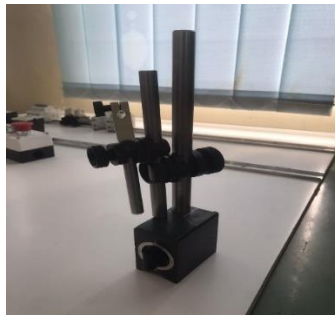
Pada penelitian ini bahan yang digunakan yaitu baja S45C. Baja dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Baja S45C

5. Dial Holder

Digunakan untuk mencekam alat uji kekasaran *surface roughness tester*. *Dial Holder* dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. *Dial Holder*

6. V-Blok

Digunakan untuk wadah atau tempat dudukan benda kerja pada saat proses

pengujian kekasaran. V-Blok dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. V-Blok

7. Alat Uji Kekasaran

Alat uji yang digunakan yaitu *Surface Roughness Tester Mitutoyo*. Alat ini dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. *Surface Roughness Tester Mitutoyo*

2.2. Menentukan Faktor dan Level Eksperimen Faktor dan level eksperimen dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter Dan Nilai Level Penelitian

Kecepatan Spindel	Kedalaman Pemakanan	Pergerakan Makan
2400	0,2	G02
3000	0,4	G03

2.3. Menentukan Kode Variabel Bebas penelitian uji beda dapat dilihat pada Tabel 2.
 Pada penelitian ini menggunakan rancangan eksperimen yang digunakan dari

Tabel 2. Rancangan Eksperimen

Kecepatan Spindel	Kedalaman Pemakanan	Pergerakan Makan
1	1	1
1	1	2
1	2	1
1	2	2
2	1	1
2	1	2
2	2	1
2	2	2

2.4. Pembuatan Sampel Uji

Adapun tahapan pembuatan sampel uji sebagai berikut:

1. Mempersiapkan benda atau material yang akan di uji dengan penyesuaian ukuran atau dimensi yang telah ditetapkan. Dalam penelitian ini menggunakan baja S45C dengan ukuran dimensi yang telah ditetapkan Ø31,6 mm dengan panjang 50 mm sebanyak 24 sampel.
2. Mempersiapkan alat pendukung atau alat bantu yang diperlukan untuk proses pemesinan CNC *Milling*
3. Membuat program CNC sesuai dengan penelitian yang akan dilaksanakan beserta parameter-parameter dan level yang telah ditentukan.
4. Setelah membuat program, input program pada mesin CNC sesuai yang telah dibuat sebelumnya.
5. Ukur material atau bahan pengujian sebelum dilakukan proses pemesinan untuk memastikan ukuran setelah dilakukannya proses pemesinan.

6. Pasang pahat atau alat potong dan holder pada mesin CNC *Milling* Lagun MC 750.
7. Proses *Milling* benda pengujian sesuai dengan progam dan parameter-parameter yang telah ditentukan sebelumnya.
8. Lakukan proses *Milling* tersebut sebanyak 24 sampel.
9. Setelah semua sampel telah di lakukan proses pemesinan maka akan dilakukan pengujian kekasaran permukaan.

2.5. Pembuatan Sampel Uji

Pengujian sampel uji dilakukan dengan menggunakan alat uji *surface roughness tester*, setelah dilakukan pengujian maka data yang telah didapatkan akan dianalisa menggunakan *software* analisis untuk melihat nilai *dari S/N Rasio smaller is better* dan menentukan nilai optimum dari parameter yang telah diuji.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data dan hasil perhitungan yang telah dilakukan dengan pengujian kekasaran permukaan dapat dilihat Tabel 3.

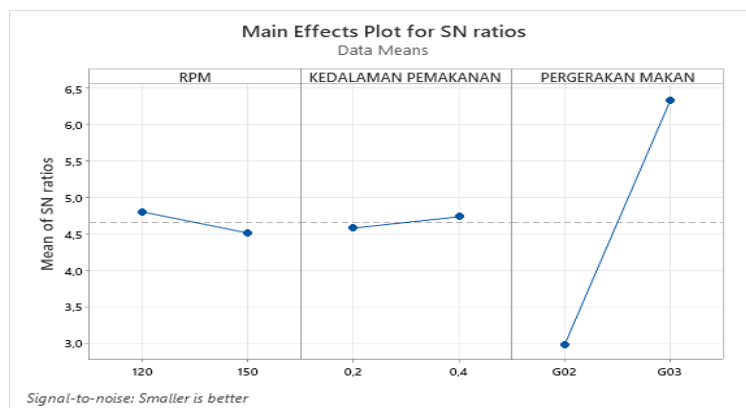
Tabel 3. Hasil Uji Kekasaran Permukaan

Eksperimen	Matriks Orthogonal L8 (2 ³)			Replikasi			Jumlah	Mean
	Faktor Kecepatan Spindel	Faktor Kedalaman Pemakanan	Faktor Pergerakan Pemakanan	1	2	3		
1	2400	0,2	G02	0,66	0,81	0,67	2,14	0,71
2	2400	0,2	G03	0,52	0,43	0,49	1,44	0,48
3	2400	0,4	G02	0,81	0,49	0,59	1,89	0,63
4	2400	0,4	G03	0,46	0,60	0,40	1,46	0,49
5	3000	0,2	G02	0,74	0,58	0,90	2,22	0,74
6	3000	0,2	G03	0,51	0,40	0,49	1,40	0,47
7	3000	0,4	G02	0,71	0,77	0,71	2,19	0,73
8	3000	0,4	G03	0,51	0,48	0,47	1,46	0,49
Rata-rata								0,59

3.1. Perhitungan Respon *S/N Rasio Smaller Is Better*

dalam memperoleh hasil *S/N Ratio Smaller Is Better*, dapat dilihat pada Gambar 9 dan Tabel 4.

Data hasil pengujian kekasaran akan dimasukkan pada software untuk dianalisis



Gambar 9. Grafik S/N Rasio Terhadap Hasil Kekasaran Permukaan

Tabel 4. Nilai Rata-rata S/N Rasio

Level	Variabel		
	Kecepatan Spindel	Kedalaman Pemakanan	Pergerakan pemakanan
1	4,798	4,575	2,981
2	4,508	4,732	6,325
Selisih	0,290	0,157	3,344
Rank	2	3	1

3.2. Perhitungan Persen Kontribusi

pengaruh dari sebuah faktor pada pengujian kekasaran dapat dilihat pada Tabel 5.

Pada perhitungan kontribusi ini tujuannya untuk mengetahui berapa besar

Tabel 5. Persen Kontribusi Terhadap Kekasaran Permukaan

Sumber	V	SS	MS	SS'	P(%)
A	1	0,001606	0,001606	0,001156	0,00040%
B	1	0,000556	0,000556	0,000106	0,00004%
C	1	0,099756	0,099756	0,099306	0,34091%
Error	4	0,0004500	0,24939	0,100118	0,03438%
Total	7	2,9130	-	-	100%

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis kekasaran permukaan menggunakan metode eksperimen taguchi dapat disimpulkan bahwa hasil pengujian yang paling minimum menggunakan variasi parameter kecepatan spindle (2,400 RPM), kedalaman pemakanan (0,4 mm), dan pergerakan pemakanan (berlawanan arah jarum jam). Dengan kontribusi parameter yang paling besar adalah pergerakan pemakanan sebesar 0,3091%, kemudian yang kedua rpm sebesar 0,00040%, dan yang terakhir kedalaman pemakanan sebesar 0,00004%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] YONGKI, "ANALISA NILAI KEKASARAN PERMUKAAN MATERIAL BAJA AISI 1040 PADA PROSES PEMESINAN CNC BUBUT MENGGUNAKAN METODE TAGUCHI," 2022.
- [2] M. Yusuf and H. Carles, "Analisa Kekasaran Permukaan Terhadap Kekerasan Material Pada Proses Milling Dengan Variasi Kecepatan Feeding," Jurnal Teknik Mesin, 2020.
- [3] Y. Novrialdy, A. K. Y. A, and F. Prasetya, "Pengaruh Variasi Feed Rate Terhadap Kekasaran Permukaan Polyethylene Menggunakan Mesin Cnc Milling," J. Vokasi Mek., vol. 3, no. 2, pp. 25-33, 2021, doi: 10.24036/vomek.v3i2.206.
- [4] Y. Yakub and H. Syaifullah, "Analisis Tingkat Kekasaran Permukaan Hasil Proses Milling Pada Baja Karbon S45C," Semin. Nas. Tek. Mesin, vol. 6, 2015, [Online]. Available: www.qyg1.com/cctrl/news/file/ENDMILL_TAN
- [5] A. Mahendra, "Analisis Pengaruh Nilai Parameter Proses Pemesinan Milling Terhadap Kekasaran Tahun 2022," 2022.
- [6] T. S. Allam and W. Sumbodo, "Pengaruh laju Pemakanan dan Kedalaman Potong Pada Proses CNC Turning Terhadap Tingkat Kekerasan Permukaan Baja ST 60," J. Kompetensi Tek., vol. 12, no. 1, pp. 25-30, 2020.
- [7] A. Mashudi and N. A. Susanti, "Pengaruh Media Pendingin dan Kecepatan Putar Spindle Terhadap Hasil Kekasaran Permukaan Benda Kerja Pada Proses Finishing Menggunakan Mesin Bubut CNC PU," J. Pendidik. Tek. Mesin, vol. 9, no. 3, pp. 57-66, 2020.
- [8] F. IRFAN, "Optimasi Parameter 3D Printing Terhadap Bending Stress Pada Astm D-790 Menggunakan Filamen Nylon," 2023, [Online]. Available: http://repository.polman-babel.ac.id/id/eprint/738/1/TA_IrfanFadhil.pdf
- [9] Jondi Supriyandi, "OPTIMASI KEKASARAN PERMUKAAN PROSES CNC TURNING BAJA SKD-11 DENGAN MENGGUNAKAN METODE TAGUCHI Optimizing Surface Roughness Of SKD-11 Steel Lathe Using Taguchi Method Tugas Akhir ini Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Diploma IV Program," 2021.
- [10] D. Prayuda, "PENGARUH SALINITAS PASIR TERHADAP KUAT TEKAN BATA RINGAN," pp. 1-23, 2016.