

ABSTRAK

Proses pemesinan dilakukan dengan cara membuang bagian benda kerja yang tidak diperlukan menjadi geram (*chips*), hingga sesuai dengan bentuk yang diinginkan. *Milling* merupakan salah satu proses pemesinan dengan tujuan untuk menghasilkan benda kerja yang rata atau bentuk-bentuk lain seperti halnya profil, radius, silindris dengan ukuran dan kualitas tertentu. Dalam proses pemesinan *milling* kombinasi parameter kecepatan potong (*cutting speed*), kecepatan pemotongan (*feed rate*), dan kedalaman pemotongan (*depth of cut*) mempunyai pengaruh signifikan terhadap kualitas yang diinginkan. Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan kombinasi parameter pemesinan CNC *milling* yang optimal dalam upaya meminimalisir nilai getaran pemotongan dan kekasaran permukaan pada Aluminium 6061. Penelitian ini menggunakan metode Taguchi dengan desain eksperimen orthogonal array $L_9 3^3$ untuk mengetahui kombinasi parameter yang optimal dalam upaya mengoptimalkan respon dari getaran pemotongan dan kekasaran permukaan dan getaran pemotongan. Berdasarkan desain eksperimen orthogonal array $L_9 3^3$ yang digunakan pada metode Taguchi dibutuhkan 27 data eksperimen. Kombinasi parameter pada percepatan getaran dan kecepatan getaran yang paling optimal berdasarkan karakteristik kualitas *smaller is the better* (semakin kecil semakin baik) adalah pada kondisi *cutting speed* 3200 rpm, *feed rate* 320 mm/min, dan *depth of cut* 0,5 mm dengan hasil nilai untuk percepatan getaran $0,233 \text{ m/s}^2$ dan kecepatan getaran 9,833 m/s. Parameter pemotongan pada nilai minimum rata-rata kekasaran permukaan yang paling optimal berdasarkan karakteristik kualitas *smaller is better* (semakin kecil semakin baik) adalah pada kondisi *cutting speed* 2300 rpm, *feed rate* 320 mm/min, dan *depth of cut* 0,5 mm dengan hasil nilai kekasaran permukaan $1,46 \mu\text{m}$. Hasil yang telah didapatkan menunjukkan bahwa parameter kecepatan pemotongan *cutting speed* dan *feed rate* mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap nilai getaran pemotongan dan kekasaran permukaan.

Kata kunci: Parameter pemotongan, getaran pemotongan, kekasaran permukaan

ABSTRACT

The machining process is carried out by removing unnecessary parts of the workpiece into chips until they conform to the desired shape. Milling is a machining process to produce flat workpieces or other shapes such as profiles, radii, and cylinders with a certain size and quality. In the milling machining process, the combination of parameters of cutting speed, feed rate, and depth of cut has a significant influence on the desired quality. The purpose of this study was to determine the optimal combination of CNC milling machining parameters to minimize the value of cutting vibration and surface roughness on Aluminum 6061. This study used the Taguchi method with an orthogonal array experimental design to determine the optimal combination of parameters to optimize the response of cutting vibration and surface roughness and cutting vibration. Based on the original experimental design used in the Taguchi method, 27 experimental data are needed. The most optimal combination of parameters on vibration acceleration and vibration speed based on quality characteristics smaller is the better the condition of a cutting speed of 3200, a feed rate of 320, and a depth of cut of 0.5 with the resulting value for vibration acceleration of 0.233 and vibration velocity of 9.833. The cutting parameter at the minimum value of the most optimal average surface roughness based on quality characteristics the smaller is better is the condition of cutting speed 2300, feed rate 320, and depth of cut 0.5 with the result surface roughness value of 1.46 The results that have been obtained indicate that the parameters of cutting speed and feed rate have a significant influence on the value of cutting vibration and surface roughness.

Keywords: *Cutting parameter, cutting vibration, surface roughness*

KATA PENGANTAR

Assaalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah Robbil'Alamin

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga saya dapat melaksanakan keinginan penelitian dan menyusun laporan skripsi yang berjudul “Studi Eksperimental Getaran Pemotongan dan Kekasaran Permukaan pada Pembuatan Alur Lurus menggunakan *End Milling* dengan Material Alumiminum 6061” dengan baik dan lancar. Shalawat serta salam senantiasa tercurah limpahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah membawa umat manusia dari zaman jahiliah menuju Zaman Islamiyah seperti saat ini.

Laporan skripsi ini ditulis sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana teknik pada Program Studi (S1) Teknik Mesin Universitas Trunojoyo Madura. Dengan terselesaikannya laporan skripsi ini, maka saya tidak lupa mengucapkan banyak terimakasih kepada semua pihak yang berperan dalam penyusunan laporan skripsi ini, antara lain :

1. Allah SWT yang telah memberi banyak kekuatan dan kemudahan saya dalam menyelesaikan skripsi ini dengan baik
2. Kedua orang tua saya Bapak Suwanto dan Ibu Ratini yang selalu memberi dukungan moral dan material serta senantiasa mencurahkan segala hidupnya untuk mendo'akan kesuksesan saya.
3. Kakek dan Nenek saya bapak Bapak Sarijo dan Ibu Suwarni yang selalu memberi semangat dan do'a kepada saya untuk menyelesaikan laporan skripsi ini.
4. Terimakasih kepada diri saya sendiri yang sudah maju berjuang dan bertahan sehingga dapat menyelesaikan laporan skripsi inni tanpa kenal kata menyerah.
5. Bapak Dr. Hakam Muzakki, S.T., M.T. selaku Koordinator Program Studi Teknik Mesin Universitas Trunojoyo Madura yang telah memberikan arahan dan wawasan tentang kegiatan penelitian
6. Bapak Mahrus K. Umami, S.T., M.Sc., Ph.D. dan Bapak Dr. M. Imron Mustajib, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing 1 dan dosen pembimbing 2 yang telah memberikan arahan, nasehat, dan bimbingannya guna terselesaikannya laporan skripsi ini dengan baik
7. Bapak Teguh Prasetyo, S.T., M.T., Bapak Anis Arendra, S.T., M.Eng., Bapak Nizar Amir, S.T., M.T., M.Sc., dan Bapak Rifky Maulana Yusron, S.T., M.T. selaku dosen penguji yang telah memberi arahan dan masukan serta seluruh dosen Program Studi Teknik Mesin

Universitas Trunojoyo Madura yang telah mendidik dan memberikan ilmunya selama perkuliahan.

8. Bapak Muhammad Syafi'ul Umam, S.T., yang telah banyak membantu serta meluangkan waktunya dalam pelaksanaan pra penelitian.
9. Teman saya Junaedi, Yusril, Ridho, Lutfi dan teman-teman dari angkatan 2017 dan 2018 yang banyak memberi motivasi dan membantu dalam pelaksanaan penelitian serta penyusunan laporan skripsi ini.
10. Teman-teman dari Unit Kegiatan Mahasiswa Persaudaraan Setia Hati terate Universitas Trunojoyo Madura Mas Andi Fadilah Akbar, Muhammad Nazzarudin, Bernadus Syuita Kuncoro, Alif Backtiar, Syahrul, Dwiky Gita Risky Faizal Fahmi, dan Putri Ayu Khasanah yang tidak pernah mengeluh saya terus minta tolong
11. Terimakasih kepada Nachla Vachru Zhein, salah satu support sistem saya, yang selalu memberikan semangat dan juga mendorong saya dalam proses pengerjaan skripsi. Serta seluruh pihak yang telah membantu saya dalam menyelesaikan laporan skripsi ini.

Demikian laporan skripsi yang telah penulis selesaikan. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat, serta menambah wawasan dan pengetahuan bagi para pembaca termasuk untuk peneliti dimasa yang akan datang. Saya mohon kritik dan saran yang membangun apabila terdapat banyak kekurangan dalam penyusunan laporan skripsi ini, karena saya sadar bahwa masih banyak kekurangan dalam pengerjaan laporan skripsi ini

Wassalamualaikum Wr.Wb.

Bangkalan, 13 Januari 2023

Aang Syafrudin

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
ABSTRAK	iii
ABSTACT	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan.....	3
1.4. Manfaat	3
1.5. Batasan Masalah	3
1.6. Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Proses Manufaktur	5
2.2. Proses Permesinan	5
2.3. Mesin <i>Milling</i>	7
2.3.1. Parameter Pemesinan <i>Milling</i>	7
2.3.2. Kecepatan Pemotongan (<i>cutting speed</i>)	7
2.3.3. Kecepatan Putar Spindel (<i>spindle speed</i>)	8
2.3.4. Kecepatan Gerak Makan (<i>feed rate</i>)	8
2.3.5. Kedalaman dan Lebar Pemotongan (<i>depth and width of cut</i>)	9
2.4. Aluminium 6061.....	11
2.5. Metode Taguchi.....	13
2.5.1. Tahap Perencanaan Eksperimen.....	13
2.5.2. Tahap Pelaksanaan	14
2.5.3. Tahap-tahap Analisis Statistika.....	15
2.6. Getaran Pemotongan.....	19

2.7.	Kekasaran Permukaan	20
2.8.	Penelitian Terdahulu.....	20
BAB III METODE PENELITIAN.....		27
3.1.	Tahapan Penelitian	27
3.2.	Jenis Penelitian.....	28
3.3.	Variabel Penelitian	29
3.4.	Desain Eksperimen	29
3.5.	Tempat dan Waktu Penelitian.....	30
3.6.	Alat dan Bahan	30
3.6.1.	Alat.....	30
3.6.2.	Bahan.....	34
3.7.	Metode Pengambilan Data.....	35
3.7.1.	Perencanaan Penelitian.....	35
3.7.2.	Faktor Kontrol dan Gangguan.....	35
3.7.3.	Penentuan variabel bebas	35
3.7.4.	Penentuan derajat kebebasan.....	35
3.7.5.	Menentukan Matriks Orthogonal	36
3.7.6.	Pelaksanaan Percobaan	37
3.8.	Desain Benda Kerja	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		42
4.1.	Data hasil percobaan.....	42
4.1.1.	Data hasil percobaan Getaran Pemotongan.....	42
4.1.2.	Data hasil percobaan Kekasaran Permukaan	43
4.2.	Pengolahan Data	44
4.2.1.	Pengolahan data getaran pemotongan	44
4.2.2.	Pengolahan data kekasaran permukaan.....	44
4.3.	Hasil analisis Data	45
4.3.1.	Hasil analisis data getaran pemotongan	45
4.3.2.	Hasil analisis data kekasaran permukaan	51
4.4.	Pembahasan Hasil Penelitian.....	54
4.4.1.	Pembahasan hasil data getaran pemotongan	54
4.4.2.	Pembahasan hasil data kekasaran permukaan	55
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		57
5.1.	Kesimpulan.....	57

5.2. Saran	57
DAFTAR PUSTAKA	58
LAMPIRAN.....	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Kedalaman Potong dan Lebar Potong	9
Gambar 3. 1. Diagram Alir Proses Penelitian.	27
Gambar 3. 2. Mesin CNC Richon XK-7132A	30
Gambar 3. 3. Vibration meter Lutron VB 8200	31
Gambar 3. 4. Jangka Sorong Digital	32
Gambar 3. 5. Gerinda Potong.....	32
Gambar 3. 6. Ragum.	33
Gambar 3. 7. Surface Roughness Tester Mitutoyo SJ 301.....	33
Gambar 3. 8. End Milling.....	34
Gambar 3. 9. Aluminium 6061.....	34
Gambar 3. 10. Desain benda kerja	40
Gambar 4. 1. Grafik <i>main effect</i> faktor terhadap rata-rata percepatan getaran	47
Gambar 4. 2. Grafik <i>main effect</i> faktor terhadap rata-rata S/N percepatan getaran	47
Gambar 4. 3. Grafik <i>main effect</i> faktor terhadap rata-rata kecepatan getaran	50
Gambar 4. 4. Grafik <i>main effect</i> faktor terhadap rata-rata S/N kecepatan getaran	50
Gambar 4. 5. Grafik <i>main effect</i> faktor terhadap rata-rata kekasaran permukaan	53
Gambar 4. 6. Grafik <i>main effect</i> terhadap rasio S/N kekasaran permukaan	53

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Rekomendasi Umum pemotongan milling	10
Tabel 2. 2. Karakteristik Aluminium 6061.	12
Tabel 2. 3. Penelitian Terdahulu	21
Tabel 2. 4. Penelitian Terdahulu (Lanjutan)	22
Tabel 2. 5. Penelitian Terdahulu (Lanjutan)	23
Tabel 3. 1. Nilai faktor dan tingkat yang digunakan dalam penelitian	35
Tabel 3. 2. <i>Matriks Orthogonal L9(33)</i> Data eksperimen.....	37
Tabel 3. 3. <i>Gantt Chart</i> Penelitian	41
Tabel 4. 1. Data hasil eksperimen penelitian dengan matriks orthogonal <i>L9</i>	42
Tabel 4. 2. Data Hasil pengukuran getaran potong	43
Tabel 4. 3. Data hasil pengukuran kekasaran permukaan	43
Tabel 4. 4. Data hasil rata-rata pengukuran getaran pemotongan	44
Tabel 4. 5. Data hasil rata-rata pengukuran kekasaran permukaan.....	44
Tabel 4. 6. Hasil analisis dengan metode Taguchi percepatan getaran.....	45
Tabel 4. 7. ANOVA rasio S/N untuk percepatan getaran	45
Tabel 4. 8. ANOVA untuk rata-rata percepatan getaran.....	46
Tabel 4. 9. Respon untuk rasio S/N percepatan getaran.....	47
Tabel 4. 10. Hasil Analisis dengan metode Taguchi percepatan getaran.....	48
Tabel 4. 11. ANOVA rasio S/N kecepatan getaran.....	48
Tabel 4. 12. ANOVA rasio S/N untuk rata-rata kecepatan getaran.	49
Tabel 4. 13. Respon untuk rasio S/N percepatan getaran.....	49
Tabel 4. 14. Hasil Analisis dengan metode Taguchi untuk kekasaran permukaan	51
Tabel 4. 15. ANOVA rasio S/N untuk kekasaran permukaan	51
Tabel 4. 16. ANOVA untuk rata-rata kekasaran permukaan	52
Tabel 4. 17. Respon terhadap rasio S/N rata-rata untuk kekasaran permukaan.....	52

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. 1. Desain Benda Kerja	61
Lampiran 1. 2. Titik pengujian Kekasaran permukaan	62
Lampiran 1. 3. Rekomendasi parameter potong Aluminium	63
Lampiran 1. 4. Benda kerja sebelum dilakukan proses pemesinan.....	64
Lampiran 1. 5. Proses pengambilan data dengan menggunakan mesin CNC Milling.....	65
Lampiran 1. 6. Proses pengambilan data getaran dengan alat ukur getaran Lutron VB 8200	66
Lampiran 1. 7. Hasil proses pemesinan dengan kombinasi parameter 1-9	67
Lampiran 1. 8. Hasil proses pemesinan dengan kombinasi parameter 10-18	67
Lampiran 1. 9. Hasil proses pemesinan dengan kombinasi parameter 19-27	67
Lampiran 1. 10. Hasil pengujian kekasaran spesimen ke 1-3	68
Lampiran 1. 11. Hasil pengujian kekasaran spesimen ke 4-6	69
Lampiran 1. 12. Hasil pengujian kekasaran spesimen ke 7-9	70
Lampiran 1. 13. Hasil pengujian kekasaran spesimen ke 10-12	71
Lampiran 1. 14. Hasil pengujian kekasaran spesimen ke 13-15	72
Lampiran 1. 15. Hasil pengujian kekasaran spesimen ke 16-18	73
Lampiran 1. 16. Hasil pengujian kekasaran spesimen ke 19-21	74
Lampiran 1. 17. Hasil pengujian kekasaran spesimen ke 22-24	75
Lampiran 1. 18. Hasil pengujian kekasaran spesimen ke 25-27	76
Lampiran 1. 19. Surat keterangan melakukan pengujian	77