

Kinerja Pahat Bubut Bahan Pegas Daun Hasil Karburizing Terhadap Kekasaran Permukaan Pada Pembubutan Aluminium 6061

Muhammad Rifaldi *¹
Sunarto ²

^{1,2} Politeknik Negeri Bengkalis

*e-mail: muhammadrifaldi1098@gmail.com¹, sunarto@polbeng.ac.id

Abstrak

Penelitian ini membahas kinerja pahat bubut yang terbuat dari bahan pegas daun yang telah mengalami proses karburizing terhadap kekasaran permukaan hasil pembubutan pada material Aluminium 6061. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi pengaruh variabel pemotongan seperti kecepatan potong (V_c) 30, 50, 70 m/menit, kedalaman potong (a) 1.0 mm, dan gerak makan (f) 0.19 mm/put, terhadap kekasaran permukaan hasil pembubutan. Proses karburizing dilakukan untuk meningkatkan kekerasan pahat bubut sehingga dapat meningkatkan kualitas hasil pemotongan pada Aluminium 6061. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemotongan dengan (V_c) 30 m/menit mendapatkan nilai kekasaran rata-rata total nilai kekasaran pada pembubutan adalah 2,37 μm , pemotongan dengan (V_c) 50 m/menit mendapatkan nilai kekasaran rata-rata total nilai kekasaran pada pembubutan adalah 2,50 μm , pemotongan dengan (V_c) 70 m/menit mendapatkan nilai kekasaran rata-rata total nilai kekasaran pada pembubutan adalah 3,81 μm . Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan alat potong yang lebih efektif dan efisien dalam industri manufaktur.

Kata Kunci: Pahat Bubut, Kecepatan Potong (V_c), Kekasaran Permukaan (μm), Kedalaman Potong (a).

Abstract

This research discusses the performance of cutting tool made from leaf spring material that has undergone a carburizing process on the surface roughness of turning results on Aluminum 6061 material. This research aims to determine the effect of cutting variables such as cutting speed (V_c) 30, 50, 70 m/minute, depth of cut (a) 1.0 mm, and feed movement (f) 0.19 mm/rev on the surface roughness of the turning results. The carburizing process is carried out to increase the hardness of the turning tool, thereby improving the quality of cutting results on Aluminum 6061. The results of the research show that cutting with (V_c) 30 m/min achieves an average surface roughness value of 2.37 μm , cutting with (V_c) 50 m/min achieves an average surface roughness value of 2.50 μm , and cutting with (V_c) 70 m/min achieves an average surface roughness value of 3.81 μm . It is hoped that this research can contribute to the development of more effective and efficient cutting tools in the manufacturing industry.

Keywords: Cutting Tool, Cutting Speed (V_c), Surface Roughness (μm), Depth of Cut (a).

PENDAHULUAN

Proses pemotongan logam merupakan aktivitas utama yang dilakukan dalam industri manufaktur, khususnya untuk memproduksi komponen-komponen mesin. Pemotongan logam merupakan kegiatan yang digunakan untuk mengubah logam dasar/bahan baku menjadi komponen mesin dengan menggunakan alat potong sebagai komponen pembentuk. Selama proses pemotongan, terjadi peningkatan penekanan dan peningkatan temperatur terhadap benda kerja, alat potong, maupun geram (*chip*).

Alat potong harus mampu mempertahankan sifat mekanik maupun sifat kimia yang dimilikinya selama terjadinya penekanan dan peningkatan temperatur akibat dari proses pemotongan berlangsung (pemesinan). Alat potong yang baik harus memenuhi beberapa sifat tertentu, sehingga dapat menghasilkan suatu produk yang mempunyai kualitas baik, sifat-sifat itu meliputi ketepatan ukuran dan umur alat potong yang lama selain itu sifat lain yang penting diharapkan didapatkan harga pahat yang murah (Ansyori, 2015). Material yang digunakan untuk pahat potong sendiri banyak jenisnya, salah satunya yang banyak digunakan secara umum adalah jenis *High Speed Steel* (HSS).

Peningkatan nilai kekerasan sendiri sebenarnya dapat dicapai dengan cara rekayasa komposisi material atau dengan proses pendinginan cepat (Utama dkk, 2017). Rekayasa material dilakukan dengan menambahkan suatu unsur sehingga akan meningkatkan kekerasan material tersebut. Suatu cara untuk meningkatkan nilai kekerasan, yaitu dengan cara melakukan pelapisan pada material yang memiliki nilai kekerasan yang rendah dinamakan *hardfacing* (Basori, 2018). Pada proses pemotongan logam yang mempengaruhi kekasaran permukaan hasil dari pemotongan adalah kecepatan potong (V_c), kedalaman potong (a) dan gerak makan (f) sebagaimana yang disampaikan oleh Bambang Siswanto, dkk (2018).

Pada penelitian ini penulis akan melakukan pengujian terhadap alat potong dari bahan baja karbon yang terlebih dahulu telah dilakukan karburizing guna melihat kinerja alat potong terhadap kekasaran permukaan terpotong pada material Aluminium 6061.

Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang diatas penulis dapat menyimpulkan rumusan masalah antara lain :

1. Bagaimana variabel pemotongan berpengaruh pada kinerja pahat dan hasil kekasaran permukaan?
2. Bagaimana pengaruh alat potong bahan baja karbon hasil karburizing terhadap kekasaran permukaan?

Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada pembahasan ini adalah:

1. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Aluminium 6061.
2. Parameter yang digunakan (V_c) (30, 50, 70), (f) (0,15), (a) (1,0).
3. Penelitian ini akan mempertimbangkan bagaimana perlakuan panas pada bahan pegas daun dapat mempengaruhi kinerja pahat selama proses pembubutan.
4. Variabel utama yang di amati adalah kekasaran permukaan hasil pembubutan

Tujuan Penelitian

Tujuan Penelitian ini adalah:

1. Mendapatkan nilai kekasaran minimal dan maksimal pada pemotongan paduan aluminium 6061.
2. Menilai kinerja pahat bubut baja karbon yang berbeda setelah proses karburizing.

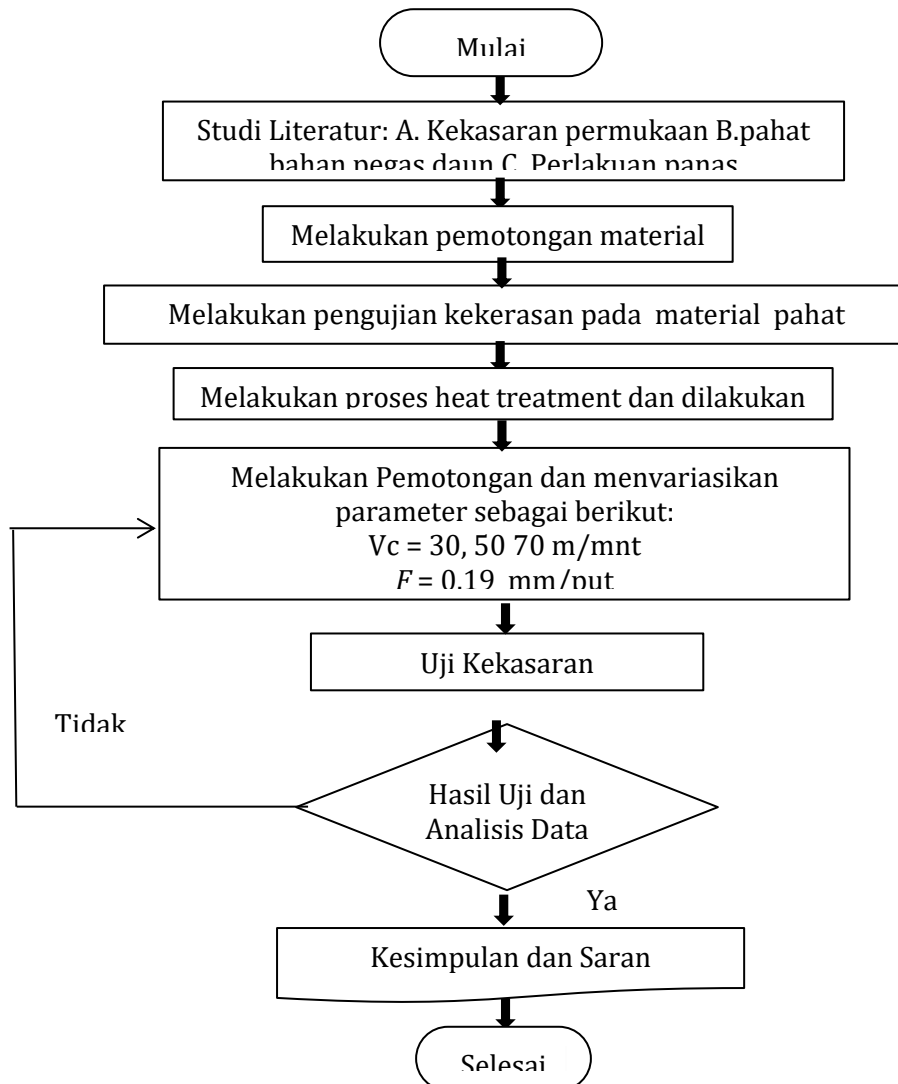
Manfaat Penelitian

Manfaat dari Penelitian ini adalah:

1. Pemahaman yang lebih mendalam tentang proses-proses ini dapat membantu meningkatkan efisiensi dan kualitas produksi.
2. Hasil penelitian dapat menjadi dasar pengembangan alat pembubutan baja yang lebih efektif dan efisien.
3. Memberikan informasi tentang pengaruh variabel pemotongan terhadap kekasaran permukaan benda kerja Aluminium 6061

METODE

Berikut langkah pengujian yang dilakukan:



Gambar 1. Flowchart

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental nyata (*true experimental research*). Untuk nilai tingkat kekasaran pada permukaan benda kerja baja aluminium 6061 pada proses pemotongan dengan variasi parameter Seperti kecepatan potong (V_c) (mm/mnt), kedalaman potong (a) (mm), dan gerak makan (f) (mm/put) yang akan dimasukkan ke dalam tabel agar dapat dianalisa, selanjutnya data yang telah dimasukkan kedalam tabel ditampilkan dalam bentuk grafik untuk melihat karakterisasi tiap faktor variabel pemotongan terhadap kekasaran permukaan benda kerja.

Tabel 1. Parameter Pemotongan

Kecepatan Potong(V_c) mm/mnt	Kecepatan Putaran (Rpm)	Gerak Makan (f) mm/put	Kedalaman Potong (a) mm
30	300	0.19	1.0
50	460	0.19	1.0
70	755	0.19	1.0

Pengolahan Data

Untuk menganalisis data dilakukan menggunakan metode *Analysis of Variances* (ANOVA) dengan *software minitab*. Untuk mengetahui sejauh mana parameter berpengaruh pada kekasaran permukaan. Hasil ANOVA dengan *software minitab* akan ditampilkan sesuai dengan tabel dibawah ini:

Tabel 2. *Analisis Of Variances*

Variabel Bebas	Level	Nilai Variabel									
Kecepatan Potong (Vc)	3	30	50	70							
Diameter	10	36	34	32	30	28	26	24	22	20	18

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perbandingan Nilai Kekasaran (Vc) 30, 50, 70 yang telah diambil data tersebut dianalisis dengan menggunakan aplikasi minitab 19 menggunakan metode ANOVA *Two Way*. Nilai yang di dapat dari hasil kekasaran permukaan memiliki variasi variasi Kecepatan potong (Vc) 30, 50, 70 m/menit. Berikut adalah hasil dari kekasaran permukaan.

tabel 3. Hasil pengukuran kekasaran permukaan Vc = 30 m/menit

No	Kecepatan Potong (Vc), meter/menit	Diameter Benda Kerja (d), mm	Putaran Spindel (Rpm)	Panjang Pemotongan (lt), mm	Gerak Makan (f), mm/put	Waktu Pemotongan (tc)	Waktu Total (Tc)	Dalam Pemotongan (a), mm	Nilai Kekasaran Permukaan			
									1	2	3	Rata-rata (μm)
1	30	36	300	100	0.19	1.75	1,75	1.0	2.07	2.24	1.97	2,09
2	30	34	300	100	0.19	1.75	3,55	1.0	2.61	1.71	1.96	2,09
3	30	32	300	100	0.19	1.75	5,25	1.0	2.93	1.67	3.84	2,81
4	30	30	300	100	0.19	1.75	7,00	1.0	2.22	1.66	1.36	1,74
5	30	28	300	100	0.19	1.75	8,75	1.0	3.06	2.94	3.23	3,10
6	30	26	300	100	0.19	1.75	10,50	1.0	1.87	1.57	1.50	1,64
7	30	24	300	100	0.19	1.75	12,55	1.0	1.58	3.50	1.66	2,24
8	30	22	300	100	0.19	1.75	14,00	1.0	1.75	1.72	1.35	4,82
9	30	20	300	100	0.19	1.75	15,75	1.0	1.22	0.98	2.15	1,45
10	30	18	300	100	0.19	1.75	16,50	1.0	2.51	1.15	1.59	1,75
Total												2,37

tabel 4. Hasil pengukuran kekasaran permukaan Vc = 50 m/menit

No	Kecepatan Potong (Vc), meter/menit	Diameter Benda Kerja (d), mm	Putaran Spindel (Rpm)	Panjang Pemotongan (lt), mm	Gerak Makan (f),mm/put	Waktu Pemotongan (tc)	Waktu Total (Tc)	Dalam Pemotongan (a), mm	Nilai Kekasaran Permukaan			
									1	2	3	Rata-rata (μm)
1	50	36	460	100	0.19	1.1 4	1,14	1.0	1.5 3	1.3 5	1.3 7	1,41
2	50	34	460	100	0.19	1.1 4	2,28	1.0	1.8 0	1.6 0	1.4 9	1,63
3	50	32	460	100	0.19	1.1 4	3,42	1.0	1.0 4	1.5 1	1.4 6	1,33
4	50	30	460	100	0.19	1.1 4	4,56	1.0	2.6 8	1.7 2	1.7 6	2,05
5	50	28	460	100	0.19	1.1 4	5,70	1.0	1.8 5	2.5 2	1.7 6	2,04
6	50	26	460	100	0.19	1.1 4	6,84	1.0	1.6 2	2.4 8	4.4 3	2,84
7	50	24	460	100	0.19	1.1 4	7,98	1.0	2.3 0	4.3 7	2.6 6	3,11
8	50	22	460	100	0.19	1.1 4	9,12	1.0	2.2 2	2.4 2	1.6 4	2,09
9	50	20	460	100	0.19	1.1 4	10,2 6	1.0	4.8 0	4.1 6	3.7 9	4,24
10	50	18	460	100	0.19	1.1 4	11,4 0	1.0	4.6 0	5.4 3	2.9 1	4,31
Total												2,50

tabel 5. Hasil pengukuran kekasaran permukaan Vc = 70 m/menit

No	Kecepatan Potong (Vc), meter/menit	Diameter Benda Kerja (d), mm	Putaran Spindel (Rpm)	Panjang Pemotongan (lt), mm	Gerak Makan (f),mm/put	Waktu Pemotongan (tc)	Waktu Total (Tc)	Dalam Pemotongan (a), mm	Nilai Kekasaran Permukaan			
									1	2	3	Rata-rata (μm)
1	70	36	755	100	0.19	1.09	0,69	1.0	2.01	3.81	7.41	4,41
2	70	34	755	100	0.19	1.09	2,07	1.0	5.28	3.10	3.14	3,84
3	70	32	755	100	0.19	1.09	2,76	1.0	4.16	3.51	4.64	4,10
4	70	30	755	100	0.19	1.09	3,45	1.0	2.85	3.96	3.32	3,37
5	70	28	755	100	0.19	1.09	4,14	1.0	7.75	3.12	3.07	4,64
6	70	26	755	100	0.19	1.09	4,83	1.0	3.01	3.47	3.18	3,22
7	70	24	755	100	0.19	1.09	5,52	1.0	3.75	5.10	2.77	3,87
8	70	22	755	100	0.19	1.09	6,21	1.0	2.81	2.45	3.37	2,87

9	70	20	755	100	0.19	1.09	6,90	1.0	2.68	3.89	2.99	3,18
10	70	18	755	100	0.19	1.09	7,59	1.0	5.54	5.45	2.94	4,64
Total												3,81

Tabel 6. Data Hasil Kekasaran Permukaan (Vc) 30, 50, 70

Kecepatan Potong (Vc) mm/mnt	Kecepatan Putaran (Rpm)	Gerak Makan (f) mm/put	Kedalaman Potong (a) mm	Nilai (Ra) total
30	300	0.19	1.0	2,37
50	460	0.19	1.0	2,50
70	755	0.19	1.0	3,81

Dari hasil pembubutan pada material Aluminium 6061 menggunakan pahat pegas daun, pada kecepatan potong (Vc) 30 m/menit mendapatkan hasil rata-rata kekasaran permukaan 2.37 μm . Pada kecepatan potong (Vc) 50 m/menit mendapatkan hasil rata-rata kekasaran permukaan 2.50 μm . Dan pada kecepatan potong (Vc) 70 m/menit mendapatkan hasil rata-rata kekasaran permukaan 3,81 μm .

Setelah didapatkan hasil nilai kekasaran. Selanjutnya, melakukan Analisa hasil kekasaran menggunakan *software* Minitab 21 dengan menggunakan metode *ANOVA Two Ways*.

A. Analisa Hasil Kekasaran

Kita dapat menggunakan *P-Value* untuk menguji hipotesis awal (H_0) akan ditolak bila *P-Value* kurang dari nilai taraf signifikan α , dalam penelitian ini α (signifikan) bernilai $0.05 = 5\%$.

Tabel 7. *Analysis of Variance* kekasaran permukaan

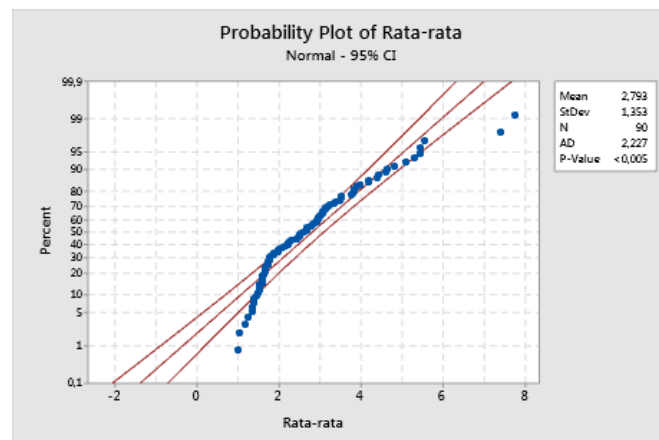
Factor	Type	Levels Values
Kecepatan potong	Fixed	3 30; 50; 70
Diameter	Fixed	10 18; 20; 22; 24; 26; 28; 30; 32; 34; 36

Tabel 8. *Analysis of Variance* kekasaran permukaan

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Kecepatan potong	2	50,38	25,188	24,47	0,000
Diameter	9	14,36	1,595	1,55	0,152
Error	60	61,77	1,030		
Total	89	162,90			

Pada tabel ini menyajikan hasil analisis variansi untuk memeriksa apakah ada perbedaan yang signifikan dalam kecepatan potong dan diameter terhadap tingkat kekasaran permukaan. Yang dimana nilai p-value kecepatan potong 0,000 dan nilai p-value diameter 0,152. Berdasarkan perbandingan menunjukkan nilai p-value kecepatan potong lebih signifikan daripada diameter karena lebih rendah dari nilai taraf signifikan 0,05% dengan tingkat keyakinan 95 %.

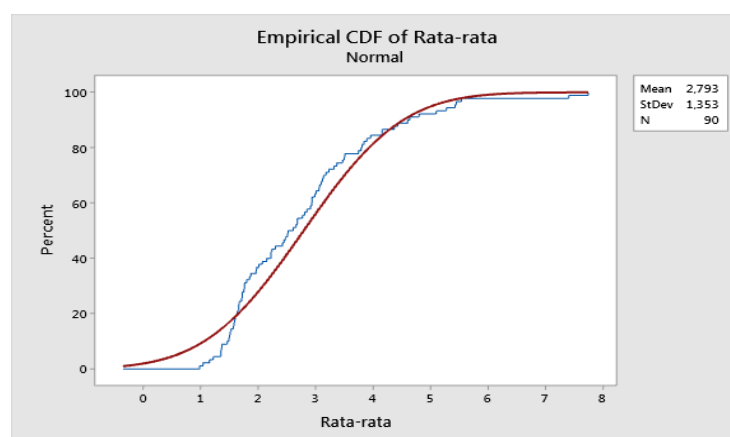
Berikut adalah grafik yang digunakan untuk melihat distribusi normal. Grafik *Probability Plot* ini digunakan untuk mengetahui apakah data variabel yang ada di penelitian ini berdistribusi normal atau tidak. Dalam analisis data ini peneliti menggunakan taraf signifikan kesalahan sebesar $\alpha = 5\%$ (0,05), dengan kata lain tingkat keyakinannya adalah 95%.



Gambar 2. Grafik *Probability* Rata-rata nilai (R_a)

Dari Gambar dapat dilihat pada sisi kanan grafik yang menunjukkan nilai statistiknya. pada grafik rata-rata kekasaran permukaan ini didapatkan nilai rata-rata sebesar 2,793, dengan standar deviasi sebesar 1,353, dan memiliki nilai AD (*Anderson-Darling Statistic*) sebesar 2,227 yang dimana nilai ini digunakan untuk mengukur kesesuaian data kekasaran permukaan dengan nilai distribusi normal.

Pada grafik kekasaran permukaan ini, didapatkan nilai *P-Value* sebesar 0.005 yang dimana nilai ini pas dengan alpha. Dapat disimpulkan data kekasaran permukaan cenderung mengikuti distribusi normal. Meskipun ada beberapa penyimpangan kecil, namun secara keseluruhan data ini dapat dianggap normal. Hal tersebut dapat dibuktikan menggunakan grafik *Emperical CDF* berikut:



Gambar 3. Grafik *Empirical cdf* Rata-rata μm

Dari grafik di atas didapatkan nilai rata-rata 2,793, dengan standar deviasinya sebesar 1,353, dan jumlah variable kekasaran permukaan sebanyak 90, Sehingga didapatkan kesimpulan bahwa Data "rata rata kekasaran permukaan" secara umum menunjukkan kesesuaian yang baik dengan distribusi normal, akan tetapi terdapat deviasi yang cukup besar antara nilai 1 hingga 4, namun secara keseluruhan data tersebut masih dianggap normal.

Pada gambar ini menjelaskan bahwa:

1. **Garis biru berjenjang:** Empirical CDF, yang menunjukkan persentase data yang kurang dari atau sama dengan nilai kekasaran permukaan tertentu.
 2. **Garis merah halus:** CDF teoritis yang diestimasi berdasarkan rata-rata (*Mean*) dan standar deviasi (*StDev*) dari data. Distribusi ini memberikan gambaran tentang bagaimana data diharapkan terdistribusi jika mengikuti distribusi normal.
- B. Nilai confidence kekasaran permukaan**
1. Kecepatan potong

Tabel 9. *Confidence* Kecepatan Potong

Kecepatan potong	N	Mean	Grouping	
70	30	3,81767	A	
50	30	2,50900		B
30	30	2,05233		B

Dari table ini adalah hasil analisis statistik menggunakan metode Fisher LSD (*Least Significant Difference*) dengan tingkat kepercayaan 95%. Tabel ini membandingkan rata-rata dari tiga kelompok berbeda yang diidentifikasi oleh "kecepatan Potong" dengan nilai 30, 50, dan 70.

Menunjukkan bahwa kecepatan potong 70 menghasilkan rata-rata yang secara signifikan lebih tinggi dibandingkan dengan kecepatan potong 50 dan 30, yang tidak memiliki perbedaan signifikan satu sama lain.

2. Diameter

Tabel 10. *Confidence* Diameter

Diameter	N	Mean	Grouping		
18	9	3,56889	A		
28	9	3,25556	A	B	
24	9	3,07667	A	B	C
20	9	2,96222	A	B	C
32	9	2,75111	A	B	C
36	9	2,64000	A	B	C
26	9	2,57000		B	C
34	9	2,52111		B	C
30	9	2,39222		B	C
22	9	2,19222			C

Dari table ini adalah hasil analisis statistik menggunakan metode Fisher LSD (*Least Significant Difference*) dengan tingkat kepercayaan 95%. Tabel ini membandingkan rata-rata dari sepuluh kelompok berbeda yang diidentifikasi oleh "Diameter" dengan nilai 36, 34, 32, 30, 28, 26, 24, 22, 20, dan 18.

Menunjukkan bahwa kelompok A: Diameter 18, 28, 24, 20, 32, dan 36 memiliki rata-rata yang tidak berbeda signifikan satu sama lain, Kelompok B: Diameter 28, 24, 20, 32, 36, 26, 34, dan 30 memiliki rata-rata yang tidak berbeda signifikan satu sama lain, Kelompok C: Diameter 24, 20, 32, 36, 26, 34, 30, dan 22 memiliki rata-rata yang tidak berbeda signifikan satu sama lain.

KESIMPULAN

Dari hasil pembubutan pada material Aluminium 6061 menggunakan pahat pegas daun, pada kecepatan potong (V_c) 30 m/menit mendapatkan hasil rata-rata kekasaran permukaan 2.37 μm . Pada kecepatan potong (V_c) 50 m/menit mendapatkan hasil rata-rata kekasaran permukaan 2.50 μm . Dan pada kecepatan potong (V_c) 70 m/menit mendapatkan hasil rata-rata kekasaran permukaan 3,81 μm . Dapat ditarik kesimpulan bahwa hasil rata-rata kekasaran permukaan pada pembubutan ini yang membuktikan bahwa semakin tinggi kecepatan potong pada proses pembubutan maka menghasilkan kekasaran yang besar (kasar).

DAFTAR PUSTAKA

- Ansyori, Anang. 2015. "Pengaruh Kecepatan Potong dan Makan terhadap Umur Pahat pada Pemesinan Freis Paduan Magnesium", <https://journal.eng.unila.ac.id/index.php/mech/article/view/272>, diakses pada 10 Januari 2024 pukul 18.00.
- Basori. 2018. "Pengaruh Media Quenching Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Paska Hardfacing", <https://www.neliti.com/id/publications/281522/pengaruh-media-quenching-terhadap-kekerasan-dan-struktur-mikro-paska-hardfacing>, diakses pada 10 Januari 2024 pukul 22.00.
- Dermahwan, Adi dkk. 2014. "Pengaruh Temperatur Carburizing Pada Proses Pack Carburizing Terhadap SifatSifat Mekanis Baja S21c", <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/92682131/738-Article-Text-1606-1-10-2017>, diakses pada 27 juli 2024 pukul 13.00.
- Handoyo, Yopi. 2015. "Pengaruh Quenching Dan Tempering Pada Baja Jis Grade S45c Terhadap Sifat Mekanis Dan Struktur Mikro Crankshaft", <https://media.neliti.com/media/publications/97782-ID-pengaruhquenching-dan-tempering-pada-ba.pdf>, diakses pada 03 Januari 2024 pukul 17.00.
- Junaida, Rizky Sulistyawan Sofian. 2021. "Karakteristik Peningkatan Kemampuan Lelah Aisi 1045 Terhadap Proses Hardening", <https://jurnalsyntaxadmiration.com/index.php/jurnal/article/view/191/320>, diakses pada 20 Desember 2023 pukul 22.30.
- Nasution, Abdul Haris. 2022. "Pengaruh Feeding Terhadap Kekasaran Permukaan Baja Aisi 1045 Menggunakan Pahat Intan", <https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/but/article/view/5378>, diakses pada 22 Desember 20233 pukul 16.30.
- Nugroho, Sri dkk. 2010. "Karakterisasi Pahat Bubut High Speed Steel (Hss) Boehler Tipe Molibdenum (M2) Dan Tipe Cold Work Tool Steel (A8)", <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/rotasi/article/view/3573>, diakses pada 10 Januari 2024 pukul 18.30.
- Nukman, dkk. 2014. "Analisa Kekasaran Permukaan Aluminium Dan Baja Karbon Rendah Yang Dibubut Dengan Pahat Hss Dan Pahat Dari Pegas Daun Mobil Hino Fm260" <https://repository.unsri.ac.id/1677/>, diakses pada 30 Desember 2023 pukul 16.00.
- Nur, Akhmad Faisol. 2017. "Pengaruh Waktu Tempering Pada Temperatur 230 $^{\circ}\text{C}$ Dengan Proses Quench Temper Terhadap Kekerasan Dan Kekuatan Impak Material Baja Pegas Daun Bekas Sebagai Bahan Pisau", <https://repository.its.ac.id/48173/>, diakses pada 30 Desember 2023 pukul 16.40.
- Rifnaldi, Randy. 2019. "Pengaruh Perlakuan Panas Hardening dan tempering terhadap Kekerasan (Hardness) Baja Aisi 1045", <https://jurnal.ranahresearch.com/index.php/R21/article/view/154/144>, diakses pada 19 Desember 2023 pukul 23.30.
- Rusjdi, Halim dkk. 2016. "Pengaruh Perlakuan Panas Terhadap Sifat Mekanis Dan Struktur Mikro Pada Baja Aisi 4340", <https://jurnal.itpln.ac.id/powerplant/article/view/848>, diakses pada 27 juli 2024
- Salam, Rudi. 2019. "Pengaruh Kecepatan Potong (V_c) Terhadap Kekasaran Permukaan Pada Pembubutan Kering Dan Pembubutan Basah Baja ASTM A29 Menggunakan Pahat Karbida Berlapis TITANIUM ALUMINIUM NITRIDA (Tiain)", Politeknik Negeri Bengkalis.

- Salbiah, Nur dkk. 2021. "Analisa Kekasaran Permukaan Paduan Aluminium Pada Proses Pembubutan Menggunakan Pahat Hasil Carburizing", <https://zenodo.org/records/5812349>, diakses pada 29 Desember 2023 pukul 17.00.
- Saputri, Rika Miza. 2020. "Pengaruh Beban Termal Terhadap Kekasaran Permukaan Pada Pembubutan Kering Paduan Aluminium 6061 Menggunakan Pahat Karbida Berlapis Titanium Aluminium Nitrida (Tiain)", Politeknik Negeri Bengkalis.
- Sialana, Jufri, dkk. 2019. "Analisa Proses Pembubutan Baja Karbon Menengah (Medium Carbon Stell) Dengan Pahat Keramik Setelah Perlakuan Panas Terhadap Daya Potong", <https://ojs.ustj.ac.id/mesin/article/view/656>, diakses pada 30 Desember 2023 pukul 16.15.
- Soesanti, Arum. 2012. "Optimasi Parameter Pemessinan Untuk Kekasaran Permukaan, Gaya Potong Dan Umur Pahat Pada Proses Bubut Dengan Menggunakan Metode Taguchi-Grey-Fuzzy Pada Material Skd 11", <https://repository.its.ac.id/1025/2/2110201003Master%20Thesis.pdf>, diakses pada 03 Januari 2024 pukul 13.00.
- Susetyo, Ferry Budhi. 2020. "Fabrikasi Lapisan Pada Baja 0,192 % C Sebagai Alternatif Pahat Bubut", <http://journal.uta45jakarta.ac.id/index.php/jktm/article/view/3940>, diakses pada 10 Januari 2024 pukul 01.00.
- Syarifuddin, Muhammad. 2020. "Pengaruh Variasi Kedalaman Potong Pada Proses Bubut Dan Perlakuan Panas Normalizing Terhadap Uji Kekerasan Dan Struktur Mikro Baja Aisi 1045", <https://ejurnal.pnl.ac.id/mesinsainsterapan/article/view/2018>, diakses pada 20 Desember 2023 pukul 23.00.
- Utama, Adi Rachmat Setya dkk. 2017. "Pengaruh Temperatur Dan Holding Time Dengan Pendingin Yamacoolant Terhadap Baja Assab 760", <https://jim.unisma.ac.id/index.php/jts/article/view/654/0>, diakses pada 10 Januari pukul 21.00.
- Waluyo, Joko. 2009. "Pengaruh Temperatur Dan Waktu Tahan Pada Proses Karburisasi Cair Terhadap Kekerasan Baja Aisi 1025 Dengan Media Pendinginan Air", <https://digilib.uns.ac.id/dokumen/download/12652/MjcyMTA=/Pengaruh-temperatur-dan-waktu-tahan-pada-proses-karburisasi-cair-terhadap-kekerasan-baja-AISI-1025-dengan-media-pendinginan-air-abstrak.pdf>, diakses pada 10 Januari 2024 pukul 23.00.
- Widarto, dkk. 2008. "teknik pemessinan", <https://staffnew.uny.ac.id/upload/132300109/penelitian/buku-teknik-pemessinan.pdf>, diakses pada 02 Januari 2024 pukul 22.00.