

ANALISIS VARIAN ELEMEN DASAR PROSES CNC LATHE CKE6140Z TERHADAP TEMPERATUR KERJA PAHAT KARBIDA PADA BAJA S45C

ANALYSIS OF CNC LATHE CKE6140Z PROCESS BASE ELEMENT VARIANTS AGAINST CARBIDE CHISEL WORKING TEMPERATURE IN S45C STEEL

Rajul Halim Perdana Ismet⁽¹⁾, Eko Indrawan⁽²⁾, Hendri Nurdin⁽³⁾ dan Rifelino⁽⁴⁾

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

Kampus Air Tawar, Padang 25131, Indonesia

halimperdana13@gmail.com

ekoindrawan@ft.unp.ac.id

hendrinurdin@ft.unp.ac.id

rifelino@ft.unp.ac.id

Abstrak

Mesin Bubut CNC sangat dibutuhkan sekali di dunia industri, karena industri saat ini banyak menggunakan mesin produksi dengan kontrol CNC industri manufaktur, proses pemesinan non konvensional Computer Numerik Control (CNC) dalam industri proses CNC digunakan untuk mengerjakan produk-produk dengan bentuk permukaan yang kompleks dan kepresisian yang akurat, oleh karena itu proses ini membutuhkan ketangguhan pahat yang tinggi, kekasaran permukaan hasil potongan yang halus dan kepresisian yang tinggi. Diterapkannya penelitian bermaksud untuk mengetahui apakah perbedaan kecepatan potong, kecepatan pemakanan, dan kedalaman potong berpengaruh secara signifikan terhadap temperatur pahat pada proses pembubutan. Untuk mengetahui hal tersebut dilakukan pengujian penyayatan pada mesin bubut dengan menggunakan kecepatan potong, kecepatan pemakanan, dan kedalaman pemotongan yang bervariasi. Jenis penelitian ini merupakan penelitian eksperimen, penelitian eksperimen merupakan suatu jenis metode penelitian yang digunakan oleh peneliti untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendali. Penggunaan jenis eksperimen bertujuan untuk mengetahui pengaruh atau akibat pelakuan (*treatment*). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa dengan bertambahnya kecepatan potong pada proses pembubutan, maka temperatur pemotongan akan meningkat dan dengan tingkat kepercayaan 95 % perbedaan kecepatan potong mempengaruhi temperatur pemotongan. Hasil tersebut menjelaskan bahwa perbedaan variasi kecepatan potong, kecepatan pemakanan, dan kedalaman pemotongan dapat mempengaruhi temperatur kerja pahat dengan persentase kontribusi faktor-faktor yang signifikan untuk meminimumkan kekasaran permukaan adalah: Kecepatan potong sebesar 89,12%. Kedalaman pemotongan sebesar 9,82%. Gerak pemakanan sebesar 1,06%.

Kata Kunci : Analisis Varian, CNC, Parameter Pemotongan, Temperatur, Pahat Karbida

Abstract

In the manufacturing industry, the non-conventional machining process of Computer Numeric Control (CNC) in the CNC process industry is used to work on products with complex surface shapes and accurate precision, oleh therefore this process requires high chisel toughness, smooth roughness of the cut surface and high precision. The implementation of the study intends to find out if the difference in cutting speed, speed of nutrition, and depth of the cut significantly affects the temperature of the chisel in the turning process. To find out this is done initiation testing on lathes using cutting speed, nutrition speed, and cutting depth varies.. This type of research is an experimental, experimental research is a type of research method used by researchers to determine the effect of treatment on others in controlled conditions. The use of this type of experiment aims to determine the influence or consequences of. The results of this study showed that with the increase in cutting speed in the turning process, the cutting temperature will increase and with a confidence level of 95% the difference in cutting speed affects the cutting temperature. The results explain that differences in cutting speed variation, pemakanan speed, and cutting depth can affect the working temperature of the chisel with persentase contributing significant factors to minimizing surface roughness is: Cutting speed of 89.12%. Cutting depth of 9.82%. Nutrition motion of 1.06%.

Keywords : Variant Analysis, CNC, Cutting Parameters, Temperature, Carbide Chise

I. Pendahuluan

Industri manufaktur tidak lepas dari adanya proses pemesinan, khususnya proses bubut. Proses pemesinan merupakan salah satu bagian proses utama dalam industri manufaktur logam (Kurniawan et al., 2019). Dalam proses pemesinan suatu produk dapat terjadi penyimpangan terhadap karakteristik geometri yang telah ditentukan (Andika et al., n.d.). Proses pemesinan sendiri tentu dituntut untuk menghasilkan produk yang berkualitas dan memiliki karakteristik geometri yang ideal serta waktu produksi yang singkat (Wibolo & Wahyudi, 2011). Suatu produk memiliki karakteristik geometri yang ideal apabila produk tersebut memiliki dimensi yang tepat, bentuk yang sempurna serta permukaan yang halus (Ariyanto, 2016). Mesin Bubut adalah suatu mesin yang banyak digunakan dalam dunia industri dengan proses pemakanan benda kerja yang sayatannya dilakukan dengan cara memutar benda kerja kemudian dikenakan pada pahat yang digerakkan secara translasi sejajar dengan sumbu putar dari benda kerja (Fikri yoga Permana, 2012). Tugas utama dari mesin bubut adalah untuk menghasilkan benda kerja silinder yang diinginkan (Rifelino, n.d.). Proses pemesinan benda kerja dengan bentuk yang diperlukan dan ukuran dengan memindahkan alat potong baik paralel atau tegak lurus terhadap sumbu rotasi benda kerja yang berputar (Angga Zeptiawan, 2018). Dalam proses ini, kelebihan logam yang tidak diinginkan dibuang atau dihilangkan (Suprijono & Wijaya, 2020). Perkembangan dan kemajuan proses pemesinan dalam industri manufaktur saat ini berlangsung sangat pesat (Mulyo Sugeng, 2019).

Proses pemesinan non-konvensional menjadi solusi pengerjaan ketika proses pengerjaan tidak dapat dilakukan dengan mesin menggunakan mesin-mesin konvensional (Efendi et al., 2018).

Tuntutan akan proses pemesinan untuk bahan sangat keras, benda kerja yang tipis, rumit dan lentur, akurat serta presisi mengharuskan penerapan mesin non-konvensional (A et al., 2019). Dalam industri manufaktur, proses pemesinan non-konvensional Computer Numeric Control (CNC) dalam industri proses CNC digunakan untuk mengerjakan produk-produk dengan bentuk permukaan yang kompleks dan kepresisian yang akurat (Didik Nurhadianto, n.d.). Oleh karena itu proses ini membutuhkan ketangguhan pahat yang tinggi, kekasaran permukaan hasil potongan yang halus dan kepresisian yang tinggi (Zubaidi et al., 2012). Dalam melakukan proses pemesinan, waktu yang dibutuhkan untuk membuat komponen harus sesingkat mungkin agar dapat mencapai kapasitas produksi yang tinggi (Umurani, 2018). Untuk mencapai waktu yang minimal, parameter proses pemesinan yang ada pada mesin CNC harus diatur

pada kondisi maksimum sehingga akan menghasilkan laju pemakanan material yang tinggi (A et al., 2019). Untuk memperoleh hasil yang memuaskan terhadap produk yang dikerjakan di mesin CNC terutama dalam mencapai ukuran yang diinginkan, biasanya operator mesin hanya mengubah atau mengatur setting mesin menurut pengalamannya atau berdasarkan manual book yang terkadang kurang memuaskan hasilnya dan harus mengulangi proses untuk mencapai ketelitian ukuran yang diharapkan (Rifelino et al., 2020).

Industri besar menggunakan mesin Computer Numeric Control (CNC) untuk menggantikan mesin bubut konvensional (Prilyanto & Subekti, 2017). Apabila dibandingkan dengan mesin konvensional mesin CNC memiliki banyak kelebihan dalam hal akurasi dan tidak memerlukan keahlian operator (Yudiyanto, 2017). Namun, tidak semua industri mampu memenuhi kebutuhannya dengan menggunakan mesin CNC (Pramudya, 2018). Pada industri skala menengah dan kecil, mesin CNC terlalu mahal sehingga tidak cocok digunakan (Indrawan et al., 2020). Kualitas suatu produk proses pemesinan sangat dipengaruhi parameter yang dianggap sebagai tujuan manufaktur terutama pada temperatur pahat (Indrawan et al., 2019). Dalam proses ini temperatur pahat dipertimbangkan untuk sebagai faktor yang secara langsung mempengaruhi keausan pahat dan menyebabkan estimasi biaya pemesinan dalam waktu produksi, pemesinan non-konvensional juga memerlukan waktu yang sesingkat mungkin agar dapat memproduksi produk sebanyak mungkin. Untuk memaksimalkan penggunaan pahat dan meminimalkan proses pemesinan CNC dilakukan penelitian dengan menggunakan metode anova, parameter yang di variasikan yaitu kecepatan potong, kedalaman potong, dan kecepatan pemakanan.

II. Metode Penelitian

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini merupakan penelitian eksperimen, jenis penelitian eksperimen merupakan jenis penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendali. Jadi, jenis penelitian eksperimen merupakan suatu jenis metode penelitian yang digunakan oleh peneliti untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendali. Penggunaan jenis eksperimen bertujuan untuk mengetahui pengaruh atau akibat perlakuan (treatment). Treatment yang dimaksud adalah kombinasi parameter pemesinan. Jadi peneliti ingin mengetahui kondisi optimum dari parameter pemesinan pada proses bubut yang menghasilkan tingkat temperatur pahat yang baik.

B. Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu pelaksanaan ini akan dilakukan dalam jangka 6 bulan (Januari - Juni 2021). Mulai dari pengajuan proposal, proses pembubutan dan melakukan pengujiannya, hingga pembuatan laporan. Proses pengumpulan spesimen berupa proses pembubutan akan dilakukan di Laboratorium CNC Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

C. Variabel Penelitian

1. Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang ditentukan oleh peneliti sebelum melakukan penelitian. Jenis dan besarnya variabel bebas diubah-ubah untuk mendapatkan hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat sehingga dapat diperoleh tujuan dari penelitian. Dalam penelitian ini, variabel bebas yang digunakan adalah Feeding / gerak makan sebesar @ (0,05; 0,1; 0,2) (mm/rot). Kedalaman Potong sebesar @ (0,5; 1; 1,5) (mm). Kecepatan Potong sebesar @ (80; 100; 120) (m/menit).

2. Variabel Kontrol

Variabel kontrol adalah variabel yang dijaga konstan selama penelitian. Variabel kontrol pada penelitian ini adalah panjang pemesinan telah ditentukan 100 mm.

3. Variabel terikat

Variabel terikat adalah variabel yang besarnya tergantung pada variabel bebasnya. Besarnya variabel terikat dapat berubah sesuai dengan perubahan variabel bebas jika keduanya terdapat hubungan secara langsung. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah temperatur pahat.

D. Objek Penelitian

Objek penelitian adalah sasaran ilmiah untuk mendapatkan data dengan tujuan dan kegunaan tertentu tentang suatu hal yang objektif, valid dan realible tentang suatu hal (variabel tertentu). Objek penelitian yang akan digunakan adalah temperatur pahat karbida setelah melakukan pembubutan silindris baja S45C. Penelitian ini melakukan sebanyak 27 kali eksperimen. Setiap eksperimen menggunakan kombinasi parameter pemesinan yang berbeda-beda. Eksperimen ini dirancang dengan menggunakan metode Anova Two Way.

E. Prosedur Penelitian

Pelaksanaan pengujian dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Pengukuran dan Pemotongan Bahan

Pengukuran dilakukan untuk menghindari kesalahan pada saat pemotongan spesimen uji. Bahan yang digunakan yakni baja S45C dengan panjang 150 mm, diameter 20 mm. Spesimen uji yang dibutuhkan untuk pengujian ini adalah berjumlah 27 spesimen.

2. Menentukan mesin CNC yang akan digunakan untuk penelitian, proses pembubutan.

a. Setting mesin CNC :

- 1) Setting tool
- 2) Setting benda kerja
- 3) Pembuatan Program
- 4) Proses pembubutan

b. Proses Pembubutan :

- 1) Gerak makan sebesar @ (0,05; 0,1; 0,2) (mm/rot).
- 2) Kedalaman potong sebesar @ (0,5; 1; 1,5) (mm).
- 3) Kecepatan potong sebesar @ (80; 100; 120) (m/menit).
3. Melakukan pengukuran temperatur pahat menggunakan termometer laser.
4. Mencatat hasil pengujian.
5. Data hasil pengujian akan dianalisa dengan analisa regresi untuk mengetahui hubungan antara Variabel pengambilan data adalah dengan variasi Variabel bebas : Gerak Makan (0,05; 0,1; 0,2) (mm/rot), kedalaman potong (0,5; 1; 1,5) (mm) dan kecepatan potong (80; 100; 120) (m/menit) serta Variabel Terikat : temperatur pahat.

6. Menganalisa dan Membuat Kesimpulan

Menganalisa dan membuat kesimpulan diperlukan untuk menceritakan hasil penelitian. Sehingga akan terlihat perbedaan dari temperatur yang dihasilkan dari parameter yang bervariasi.

F. Metode Pelaksanaan

1. Pengumpulan Spesimen Eksperimen

Proses pengumpulan bahan atau spesimen berupa proses pembubutan yang dilakukan untuk mendapatkan hasil proses pembubutan dengan menggunakan kombinasi parameter yang berbeda-beda.

2. Pengujian Temperatur Pahat

Pada setiap spesimen dilakukan pengujian temperatur pahat. Proses ini untuk mengetahui temperatur pahat dari hasil proses pembubutan yang berkualitas baik. Untuk setiap pengukuran temperatur pahat akan menggunakan metode dan perlakuan yang sama.

G. Teknik Analisis Data

Data hasil pengujian akan dianalisis dengan metode analisis statistic untuk mengetahui "Analisis Varian Elemen Dasar Proses CNC Lathe CKE6140Z Terhadap Temperatur Kerja Pahat Karbida Pada Baja S45S". Langkah analisis yang dilakukan kali ini

menggunakan metode varians klasifikasi ganda (Two Way Classification). Diolah dengan bantuan software Minitab 18.

III. HASIL

A. Data Hasil Eksperimen

Kombinasi dari faktor-faktor yang merupakan parameter pemesinan pada proses bubut digunakan untuk melakukan eksperimen. Faktor-faktor tersebut adalah kecepatan potong (V), kedalaman pemotongan (a), dan gerak pemakanan (f). Respon yang didapatkan sebagai data eksperimen pada penelitian ini adalah temperatur pahat (°C). Data temperatur pahat diambil saat proses pembubutan berlangsung.

Pengambilan data untuk respon temperatur pahat dilakukan pengukuran temperatur selama proses pembubutan. Berikut ini adalah data hasil eksperimen pengukuran temperatur pahat yang telah selesai proses pembubutan.

Tabel 1. Data Hasil Eksperimen

EKSPERIMEN	FAKTOR				Temperatur Pahat (°C)
	vc (m/menit)	f (mm/rot)	a (mm)	n (rpm)	
1	80	0,05	0,5	1306	32,4
2	80	0,05	1	1340	34
3	80	0,05	1,5	1358	35,5
4	80	0,1	0,5	1306	32,9
5	80	0,1	1	1340	34,6
6	80	0,1	1,5	1358	35,9
7	80	0,2	0,5	1306	33,5
8	80	0,2	1	1340	35
9	80	0,2	1,5	1358	36,4
10	100	0,05	0,5	1633	36,9
11	100	0,05	1	1676	38,8
12	100	0,05	1,5	1697	40,9
13	100	0,1	0,5	1633	37,5
14	100	0,1	1	1676	39,5
15	100	0,1	1,5	1697	41,6
16	100	0,2	0,5	1633	38,1
17	100	0,2	1	167	40,2

18	100	0,2	1,5	1697	42,3
19	120	0,05	0,5	1959	43
20	120	0,05	1	2011	44,8
21	120	0,05	1,5	2037	46,9
22	120	0,1	0,5	1959	43,6
23	120	0,1	1	2011	45,4
24	120	0,1	1,5	2037	47,5
25	120	0,2	0,5	1959	44,2
26	120	0,2	1	2011	46,2
27	120	0,2	1,5	2037	48,2

Kombinasi faktor-faktor dari eksperimen pertama menunjukkan nilai temperatur terendah. Nilai temperatur tertinggi terletak pada eksperimen ke dua puluh tujuh.

B. Analysis of Variance (ANOVA)

ANOVA digunakan untuk menganalisis data yang telah disusun dalam desain secara statistik. Analisis ini dilakukan dengan menguraikan seluruh variansi atas bagian-bagian yang diteliti. ANOVA digunakan untuk menganalisis data percobaan yang terdiri dari dua faktor atau lebih dengan dua level atau lebih. Tabel ANOVA terdiri dari perhitungan derajat kebebasan (db), jumlah kuadrat (*sum of square*, SS) dan kuadrat tengah (*mean of square*, MS) seperti ditunjukkan pada tabel di bawah ini:

Tabel 2. Analysis of Variance (ANOVA)

Sumber Variasi	Derajat Kebebasan (db)	Sum of Square (SS)	Mean Squares (MS)	F-Value	P-Value
Vc	2	552.43	276.21	4423.35	0.000
a	2	60.87	30.43	52.86	0.000
f	2	6.60	3.30	487.38	0.000
error					
Total	6	619.90			

Analisis varian nilai SS dari faktor kecepatan potong (Vc) memiliki nilai yang paling tinggi, maka dari pada itu dapat diketahui bahwa faktor kecepatan potong (Vc) adalah faktor yang memiliki pengaruh tertinggi terhadap nilai temperatur pahat. Selanjutnya

kedalaman pemotongan (a), dan yang terakhir adalah gerak pemakanan (f).

C. Persen Kontribusi

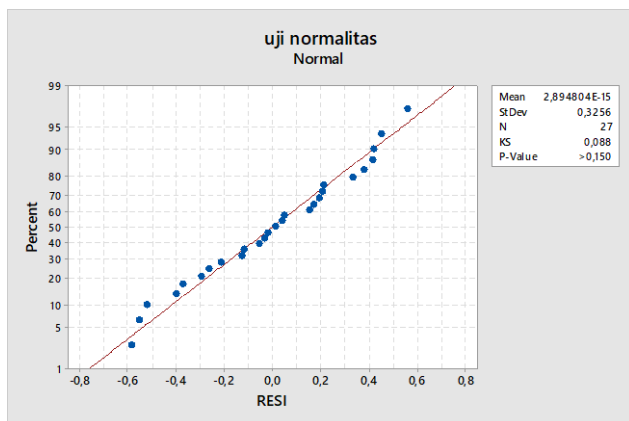
Persen kontribusi digunakan untuk mengindikasikan kekuatan relatif sebuah faktor atau interaksi untuk mengurangi variasi yang terjadi. Perhitungan persen kontribusi pada dasarnya adalah fungsi dari jumlah kuadrat dari masing-masing faktor yang signifikan. Kontribusi nilai SS dari faktor kecepatan potong (Vc) memiliki nilai yang paling tinggi dengan persentase 89,12%, maka dari pada itu dapat diketahui bahwa faktor kecepatan potong (Vc) adalah faktor yang memiliki pengaruh tertinggi terhadap nilai temperatur pahat. Selanjutnya kedalaman pemotongan dengan persentase 9,82%, dan yang terakhir adalah gerak pemakanan dengan persentase 1,06%.

Tabel 3. Persen Kontribusi

Sumber Variasi	Derajat Kebebasan (db)	Sum of Square (SS)	Mean Square (MS)	Kontribusi
Vc	2	552.43	276,21	89.12 %
a	2	60.87	30.43	9.82 %
f	2	6.60	3.30	1.06 %
error				
Total	2	619.90		100 %

D. Uji Normalitas

Uji normalitas dapat disimpulkan data terdistribusi normal karena data atau titik menyebar disekitar garis diagonal mengikuti arah garis diagonal.



Kesimpulan kriteria pengujian Normalitas yaitu jika P-Value $> \alpha$ maka data berdistribusi normal. Selanjutnya setelah dilakukan perhitungan diperoleh hasil P-Value = 0,150 $> \alpha = 0,05$, maka dapat disimpulkan bahwa data berdistribusi normal.

E. Uji Regresi Linier Sederhana

Uji regresi linier terlihat bahwa nilai SS dari faktor kecepatan potong (Vc) memiliki nilai yang paling tinggi, maka dari pada itu dapat diketahui bahwa faktor kecepatan potong (Vc) adalah faktor yang memiliki pengaruh tertinggi terhadap nilai temperatur pahat dengan nilai SS 276.21. Selanjutnya kedalaman pemotongan (a) dengan nilai SS 30.43, dan yang terakhir adalah gerak pemakanan (f) dengan nilai SS 3.30.

Tabel 4. Uji Regresi Linier Sederhana

Sumber Variasi	Sum of Square (SS)
Vc	276.21
A	30.43
F	3.30

F. Uji Hipotesis

Uji normalitas didapatkan temperatur pahat terhadap parameter pemesinan berdistribusi normal, sehingga uji temperatur pahat terhadap parameter pemesinan dilakukan dengan uji analisis varian.

1. Pengaruh Kecepatan Potong Terhadap Temperatur Pahat

ANOVA terlihat bahwa hasil dari perhitungan uji hipotesis didapatkan nilai fhitung sebesar 4423,35. Kemudian fhitung dibandingkan dengan f tabel dengan $\alpha = 0,05$ derajat kebebasan (dk) = 2, dicari pada tabel nilai-nilai distribusi f didapat ftabel = 9,924 dan nilai P-value sebesar = 0,000.

Kesimpulan kriteria pengujian hipotesis yaitu jika fhitung $> f_{tabel}$ maka H_0 tidak dapat diterima dan jika P-value $< \alpha$ maka H_0 tidak dapat diterima. Selanjutnya setelah dilakukan perhitungan diperoleh hasil Fhitung = 4423,35 dan Ftabel = 9,924 dan P-value = 0,000 $> \alpha = 0,05$, maka dapat disimpulkan bahwa H_0 tidak dapat diterima dan H_1 dapat diterima. Sehingga terdapat pengaruh signifikan dari perbedaan nilai Kecepatan Potong terhadap temperatur kerja pahat.

2. Pengaruh Gerak Pemakanan Terhadap Temperatur Pahat

ANOVA terlihat bahwa hasil dari perhitungan uji hipotesis didapatkan nilai fhitung sebesar 52,86. Kemudian fhitung dibandingkan dengan f tabel dengan $\alpha = 0,05$ derajat kebebasan (dk) = 2, dicari pada tabel nilai-nilai distribusi f didapat ftabel = 9,924. dan nilai P-value sebesar = 0,000.

Kesimpulan kriteria pengujian hipotesis yaitu jika fhitung $> f_{tabel}$ maka H_0 tidak dapat diterima dan jika P-value $< \alpha$ maka H_0 tidak dapat diterima.

Selanjutnya setelah dilakukan perhitungan diperoleh hasil Fhitung 52,86 dan Ftabel = 9,924 dan P-value = 0,000 > $\alpha = 0,05$, maka dapat disimpulkan bahwa H_0 tidak dapat diterima dan H_1 dapat diterima. Sehingga terdapat pengaruh signifikan dari perbedaan nilai Gerak Pemakanan terhadap temperatur kerja pahat.

3. Pengaruh Kedalaman Potong Terhadap Temperatur Pahat

ANOVA terlihat bahwa hasil dari perhitungan uji hipotesis didapatkan nilai fhitung sebesar 487,38. Kemudian thitung dibandingkan dengan f tabel dengan $\alpha = 0,05$ derajat kebebasan (dk) = 2, dicari pada tabel nilai-nilai distribusi f didapat ftabel = 9,924 dan nilai P-value sebesar = 0,000.

Kesimpulan kriteria pengujian hipotesis yaitu jika fhitung > ftabel maka H_0 tidak dapat diterima dan jika P-value < α maka H_0 tidak dapat diterima. Selanjutnya setelah dilakukan perhitungan diperoleh hasil Fhitung 487,38 dan Ftabel = 9,924 dan P-value = 0,000 > $\alpha = 0,05$, maka dapat disimpulkan bahwa H_0 tidak dapat diterima dan H_1 dapat diterima. Sehingga terdapat pengaruh signifikan dari perbedaan nilai Kedalaman Potong terhadap temperatur kerja pahat.

Referensi

- A, Y., Indrawan, E., Helmi, N., Aziz, A., & Putra, Y. A. (2019). Pengaruh Sudut Potong dan Kecepatan Putaran Spindel Terhadap Kekasaran Permukaan pada Proses Bubut Mild Steel ST 37. *INVOTEK: Jurnal Inovasi Vokasional Dan Teknologi*, 19(2), 29–36. <https://doi.org/10.24036/invotek.v19i2.582>
- Andika, N., Pane, R., & Sudiyanto, A. (n.d.). *PROSES PENGECORAN DAN MANUFAKTUR LOGAM*.
- Angga Zeptiawan. (2018). Pengaruh Kecepatan Potong Terhadap Perubahan Temperatur Pahat Dan Keausan Pahat Bubut Pada Proses Pembubutan Baja Karbon Sedang. *ENTHALPY-Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Mesin*, 3(1), 1–11.
- Ariyanto, N. A. (2016). *Analisa jenis pelumas suspensi depan sepeda motor listrik trail*. 5, 123–126.
- Didik Nurhadianto. (n.d.). *Analisis Pengaruh Kecepatan Pemakanan Dan Kedalaman Potong Terhadap temperatur Pahat Pada Mesin Bubut*. 30.
- Efendi, D., Yufrizal, A., & Arwizet, K. (2018). *Comparative Analysis of Fixed Round Speed and Fixed Cut Speed on the Surface Roughness of ST 37 Steel Level Turning on PU 2A NC Machines*. 1(2).
- Fikri yoga Permana. (2012). *Pengaturan Kecepatan Spindle pada Retrofit Mesin*. 1(1), 1–5.
- Indrawan, E., A, Y., Aziz, A., Rifelino, R., & Tawakal, M. I. (2020). Analisis Kualitas Geometri Mesin Bubut Maximat Super 11. *INVOTEK: Jurnal Inovasi Vokasional Dan Teknologi*, 20(3), 71–80. <https://doi.org/10.24036/invotek.v20i3.636>
- Indrawan, E., Helmi, N., & Yufrizal, A. (2019). Analysis Comparative Feeding Variation to Quality Surface Processes Blocking Equipment of Ems Steel 45on Cnc Latheing Machine. *Journal of Physics: Conference Series*, 1387(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1387/1/012100>
- Kurniawan, Z., Yudo, E., & Rosmansyah, R. (2019). Optimasi Kekasaran Permukaan Pada Material Amutit Dengan Proses CNC Turning Menggunakan Desain Taguchi. *Manutech: Jurnal Teknologi Manufaktur*, 10(01), 45–51. <https://doi.org/10.33504/manutech.v10i01.58>
- Mulyo Sugeng, U. (2019). Proses Permesinan. *Jurnal Teknik Mesin*, 01.
- Pramudya, D. S. A. (2018). *Perencanaan Trunion Fixture Untuk Proses Machining Part Headstock Pada MTU-150 Tathe di PT. CNC Controller Indonesia-Design Of Trunion Fixture For Part ...* <http://repository.its.ac.id/id/eprint/59193>
- Priyanto, C., & Subekti, T. (2017). Pengaruh Ketinggian Pahat , Spindle Speed , Dan Feed Rate Pada Proses Pembubutan Terhadap Kekasaran Permukaan , Temperatur Mata Pahat , Daya Listrik , Dan Keausan Mata. *ITEKS Instuisi Teknologi Dan Seni*, 9(1), 8–17.
- Rifelino, Irzal, Hamdani, D., & Helmi, N. (2020). Conventional Lathe Processes Pengaruh Cutting Condition Terhadap Tingkat Kekasaran Permukaan Baja ST 42 Pada Proses Bubut Konvensional. *Motivection*, 2(3), 11–20.
- Rifelino, R. (n.d.). *Pengaruh sudut Potong Utama terhadap Temperatur Kerja Pahat Bubut HSS pada Material Baja Karbon Rendah*.
- Suprijono, H., & Wijaya, D. K. (2020). Optimasi Permesinan CNC Router untuk Proses Cutting Material Kayu Mahoni Menggunakan Mata Pahat End Mill 3mm Tungsten Carbide. *Jurnal Teknik Industri*, 10(3), 227–239. <https://trijurnal.lemlit.trisakti.ac.id/tekin/article/view/8408>
- Umurani, K. (2018). Rancang Bangun Instrument Untuk Mengukur Gaya Potong, Kecepatan, Dan

Temperatur Spesimen Pada Mesin Bubut. *Journal of Mechanical Engineering, Manufactures, Materials and Energy*, 1(1), 38. <https://doi.org/10.31289/jmemme.v1i1.1199>

Wibolo, A., & Wahyudi, S. (2011). Yang Dilengkapi Chip Breaker. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 2(1), 55–63.

Yudiyanto, E. (2017). *PENINGKATAN AKURASI DIMENSI PRODUK HASIL PEMESINAN DENGAN REPETITION OF ACTIVITY (STUDI PADA OPERATOR PEMULA)*. 1–6.

Zubaidi, A., Syafa'at, I., & Darmanto. (2012). Analisis Pengaruh Kecepatan Putar Dan Kecepatan Pemakanan Terhadap Kekasaran Permukaan Material Fcd 40 Pada Mesin Bubut Cnc. *Jurusan Teknik Mesin*, 8(1), 40–47.