

**PENERAPAN METODE ANALISIS VARIANS KECEPATAN
MAKAN TERHADAP PANAS PEMOTONGAN
PADA MESIN FREIS KUNZMANN UF6N**

**Fadli Babunga¹⁾, Fentje Abdul Rauf²⁾, Rudy Poeng³⁾
Jurusan Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi**

ABSTRAK

Penelitian ini untuk mengetahui hubungan kecepatan makan terhadap panas pemotongan pada mesin freis dengan melakukan pengujian dan dapat dilakukan analisis varians untuk mendapatkan pengaruhnya variasi kecepatan makan terhadap panas pemotongan.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semakin besar kecepatan makan maka akan mengakibatkan panas yang tinggi pada proses freis dan dari analisis varians dengan tingkat kepercayaan 95 %, kecepatan makan akan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap panas pemotongan, baik itu panas yang terbawah oleh geram, panains yang merambat melalui pahat dan panas yang mengalir melalui benda kerja.

Kata kunci: Kecepatan Makan, Panas Pemotongan, Proses Freis

ABSTRACT

The goal of this research is related to finding the relationship between feeding rate against cutting rising temperature at machining process using analysis of variance.

The result showed that the greater of feeding rate, the higher heat produced in milling proses prom variance analisis at 95% confident level the increase of feeding rate will significant affect cetting temperature both at chips, coting tools and working materials.

Keywords : feeding rate, cetting temperature, maching.

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam suatu proses pemotongan logam, gesekan yang terjadi antara

pahat dengan benda kerja akan menimbulkan panas yang tinggi. Hampir seluruh energi pemotongan diubah menjadi panas melalui proses

gesekan, antara geram dengan pahat dan antara pahat dengan benda kerja, serta proses perusakan molekuler atau ikatan atom pada bidang geser (shear plane).

Panas ini sebagian besar terbawa oleh geram, sebagian merambat melalui pahat dan sisanya mengalir melalui benda kerja menuju sekeliling. Panas yang timbul tersebut cukup besar dan karena luas bidang kontak relatif kecil maka temperatur pahat, terutama bidang geram dan bidang utamanya, akan sangat tinggi. Karena tekanan yang besar akibat gaya pemotongan serta temperatur yang tinggi maka permukaan aktif dari pahat akan mengalami keausan.

Keausan tersebut makin lama makin membesar yang selain memperlemah pahat juga akan memperbesar gaya pemotongan sehingga dapat menimbulkan kerusakan fatal. Oleh sebab itu, pembahasan atas pengaruh berbagai variabel proses pemotongan terhadap temperatur pemotongan sangat penting dilakukan. Tujuannya jelas, karena dengan menguasai pengetahuan tersebut proses pemesinan dapat direncanakan dengan lebih baik. Kecepatan

penghasilan geram dapat dipertinggi dengan tetap menjaga agar kenaikan temperatur tidak begitu tinggi sehingga umur pahat masih cukup tinggi.

Berdasarkan hal tersebut, maka penelitian ini dilakukan pengukuran temperatur pada geram ketika melakukan proses pemotongan dengan kondisi pemotongan yang bervariasi, pada salah satu mesin perkakas yang ada di Laboratorium manufaktur dan Otomasi Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi (UNSRAT).

I.2 Perumusan Masalah

Permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimana mengetahui pengaruh kecepatan makan yang bervariasi terhadap panas pemotongan pada mesin freis, baik itu panas terhadap geram, panas terhadap pahat dan panas terhadap benda kerja.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui hubungan kecepatan makan terhadap panas pemotongan pada mesin freis dengan melakukan pengujian.

2. Dari hasil pengujian dapat dilakukan analisis varians untuk mendapatkan pengaruhnya variasi kecepatan makan terhadap panas pemotongan.

1.4 Batasan Masalah

Untuk mengkonsentrasikan pembahasan maka penelitian ini dibatasi sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan sesuai dengan batas kemampuan dari mesin yang digunakan, yaitu menggunakan mesin freis KUNZMANN UF6N yang ada di Laboratorium Manufaktur dan Otomasi Teknik Mesin UNSRAT.
2. Material benda kerja yang digunakan adalah baja poros S 45 C yang ada dipasaran.
3. Proses pengefreisan dengan sistem datar.
4. Kondisi pemotongan dilakukan empat kecepatan makan yang bervariasi dengan putaran yang tetap.
5. Alat pengukuran temperatur menggunakan Infrared Thermometer.
6. Keausan pahat freis tidak diperhitungkan.

7. Analisis varians yang digunakan pengujian ini yaitu anova satu arah dengan menggunakan microsoft office excel.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian
Tempat pelaksanaan penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Manufaktur dan Otomasi Teknik mesin Universitas Sam Ratulangi (UNSRAT). Dan waktu pelaksanaan 10 Agustus sampai 10 November 2016.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengamatan

Hasil pengamatan yang diperoleh dari penelitian ini adalah berupa hasil pengujian proses pemotongan benda uji material baja karbon S 45 C pada mesin freis, yang ada di laboratorium Teknik Manufaktur Universitas Sam Ratulangi (Unsrat). Pengujian yang dilakukan yaitu mengukur temperatur pemotongan dengan menggunakan alat pengukur temperatur *digital infrared thermometer* sebanyak empat benda uji. Proses pemotongan

dilakukan dengan pemilihan kecepatan makan bervariasi, yaitu 26,24; 56,00; 91,00 dan 153,60 (mm/menit). Sedangkan putaran tetap 201 rpm pada kedalaman potong tetap 1,5 mm. Hasil pengujian proses pemotongan dan pengukuran temperatur geram, datanya seperti pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Data hasil pengujian proses pemotongan dan pengukuran temperatur

Bahan Jumlah gigi pahat	: S 45 C : 12 gigi	Putaran Kedalaman potong	: 20 1 rpm : 1, 5 mm		
No	Kecepatan Makan; v_f (mm/menit)	Pengukur Temperatur Geram; $\Delta\theta_c$			
		Pertama (1)		Kedua (2)	
		$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{K}$	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{K}$
1	26,24	91	364,2	70	343,2
2	56,00	97	370,2	72	345,2
3	91,00	115	388,2	90	363,2
4	153,60	119	392,2	112	385,2

4.2 Hasil Pengolahan Data

4.2.1 Perhitungan Panas Pemotongan

Perhitungan panas pemotongan yang diamati yang berkaitan dengan penelitian ini, menggunakan persamaan (2.12):

$$Q = \frac{\Delta\theta_c \cdot a \cdot v_f^2 \cdot \rho_w \cdot c_w}{z \cdot n \cdot (750)}$$

- Untuk kecepatan makan 26,24 mm/menit

- Pengukuran pertama:

$$Q = \frac{(364.15).(1,5).(26.24)^2.(7,8).(0,49)}{(12).(201).(750)}$$

$$= \mathbf{0,795 \text{ J/menit}}$$

- Pengukuran kedua:

$$Q = \frac{(343.15).(1,5).(26.24)^2.(7,8).(0,49)}{(12).(201).(750)}$$

$$= \mathbf{0,749 \text{ J/menit.}}$$

- Untuk kecepatan makan 56,00 mm/menit

- Pengukuran pertama:

$$Q = \frac{(370.15).(1,5).(56.00)^2.(7,8).(0,49)}{(12).(201).(750)}$$

$$= \mathbf{3,679 \text{ J/menit.}}$$

- Pengukuran kedua:

$$Q = \frac{(345.15).(1,5).(56.00)^2.(7,8).(0,49)}{(12).(201).(750)}$$

$$= \mathbf{3,430 \text{ J/menit.}}$$

- Untuk kecepatan makan 91,00 mm/menit

- Pengukuran pertama:

$$Q = \frac{(388.15).(1,5).(91,00)^2.(7,8).(0,49)}{(12).(201).(750)}$$

$$= \mathbf{10,187 \text{ J/menit.}}$$

- Pengukuran kedua:

$$Q = \frac{(363.15).(1,5).(91,00)^2.(7,8).(0,49)}{(12).(201).(750)}$$

$$= \mathbf{9,530 \text{ J/menit.}}$$

- Untuk kecepatan makan 153,60 mm/menit

- Pengukuran pertama:

$$Q = \frac{(392.15).(1,5).(153,60)^2.(7,8).(0,49)}{(12).(201).(750)}$$

$$= \mathbf{29,321 \text{ J/menit.}}$$

- Pengukuran kedua:

$$Q = \frac{(385.15).(1,5).(153,60)^2.(7,8).(0,49)}{(12).(201).(750)}$$

$$= \mathbf{28,798 \text{ J/menit.}}$$

4.2.2 Hubungan Kecepatan makan dengan Panas Pemotongan

Hubungan fungsi kecepatan makan dengan fungsi panas pemotongan yang terbawah oleh geram, yang merambat melalui pahat dan yang mengalir melalui benda kerja, dapat ditentukan sebagai berikut:

- Panas yang terbawah oleh geram

Dari persamaan (2.8):

$$Q_c = 75\%.Q = (0,75).Q$$

- Untuk kecepatan makan 26,24 mm/menit

Pengukuran pertama:

$$Q_c = (0,75).(0,795)$$

$$= \mathbf{0.596 \text{ J/menit.}}$$

Pengukuran kedua:

$$Q_c = (0,75).(0,749)$$

$$= \mathbf{0.562 \text{ J/menit.}}$$

- Untuk kecepatan makan 56,00 mm/menit

Pengukuran pertama:

$$Q_c = (0,75).(3,679)$$

$$= \mathbf{2.759 \text{ J/menit.}}$$

Pengukuran kedua:

$$Q_c = (0,75).(3,430)$$

$$= \mathbf{2.573 \text{ J/menit.}}$$

- Untuk kecepatan makan 91,00 mm/menit

Pengukuran pertama:

$$Q_c = (0,75).(10,187)$$

$$= \mathbf{7.640 \text{ J/menit.}}$$

Pengukuran kedua:

$$Q_c = (0,75).(9,530)$$

$$= \mathbf{7.148 \text{ J/menit.}}$$

- Untuk kecepatan makan 153,60 mm/menit

Pengukuran pertama:

$$Q_c = (0,75).(29,321)$$

$$= \mathbf{21.991 \text{ J/menit.}}$$

Pengukuran kedua:

$$Q_c = (0,75).(28.798)$$

$$= \mathbf{21.598 \text{ J/menit.}}$$

- Panas yang merambat melalui pahat

Dari persamaan (2.9):

$$Q_s = 20\%.Q = (0,2).Q$$

- Untuk kecepatan makan 26,24 mm/menit

Pengukuran pertama:

$$Q_s = (0,2).(0,795)$$

$$= \mathbf{0,159 \text{ J/menit.}}$$

Pengukuran kedua:

$$Q_s = (0,2).(0,749)$$

$$= \mathbf{0,150 \text{ J/menit.}}$$

- Untuk kecepatan makan 56,00 mm/menit

Pengukuran pertama:

$$Q_s = (0,2).(3,679)$$

$$= \mathbf{0,736 \text{ J/menit.}}$$

Pengukuran kedua:

$$Q_s = (0,2).(3,430)$$

$$= \mathbf{0,686 \text{ J/menit.}}$$

- Untuk kecepatan makan 91,00 mm/menit

Pengukuran pertama:

$$Q_s = (0,2).(10,187)$$

$$= \mathbf{2,037 \text{ J/menit.}}$$

Pengukuran kedua:

$$Q_s = (0,2).(9.530)$$

$$= \mathbf{1,906 \text{ J/menit.}}$$

- Untuk kecepatan makan 153,60 mm/menit

Pengukuran pertama:

$$Q_s = (0,2).(29,321)$$

$$= \mathbf{5,864 \text{ J/menit.}}$$

Pengukuran kedua:

$$Q_s = (0,2).(28.798)$$

$$= \mathbf{5,760 \text{ J/menit.}}$$

- Panas yang mengalir melalui benda kerja

Dari persamaan (2.10):

$$Q_w = 5\%.Q = (0,05).Q$$

- Untuk kecepatan makan 26,24 mm/menit

Pengukuran pertama:

$$Q_w = (0,05).(0,795)$$

$$= \mathbf{0,050 \text{ J/menit.}}$$

Pengukuran kedua:

$$Q_w = (0,05).(0,749)$$

$$= \mathbf{0,037 \text{ J/menit.}}$$

- Untuk kecepatan makan 56,00 mm/menit

Pengukuran pertama:

$$Q_w = (0,05).(3,679)$$

$$= \mathbf{0,184 \text{ J/menit.}}$$

Pengukuran kedua:

$$Q_w = (0,05).(3,430) = \mathbf{0,172 \text{ J/menit.}}$$

- o Untuk kecepatan makan 91,00 mm/menit

Pengukuran pertama:

$$Q_w = (0,05).(10,187) = \mathbf{0,509 \text{ J/menit.}}$$

Pengukuran kedua:

$$Q_w = (0,05).(9,530) = \mathbf{0,477 \text{ J/menit.}}$$

- o Untuk kecepatan makan 153,60 mm/menit

Pengukuran pertama:

$$Q_w = (0,05).(29,321) = \mathbf{1,466 \text{ J/menit.}}$$

Pengukuran kedua:

$$Q_w = (0,05).(28,798) = \mathbf{1,440 \text{ J/menit.}}$$

4.3 Pembahasan

4.3.1 Grafik Kecepatan Makan Terhadap Panas Pemotongan

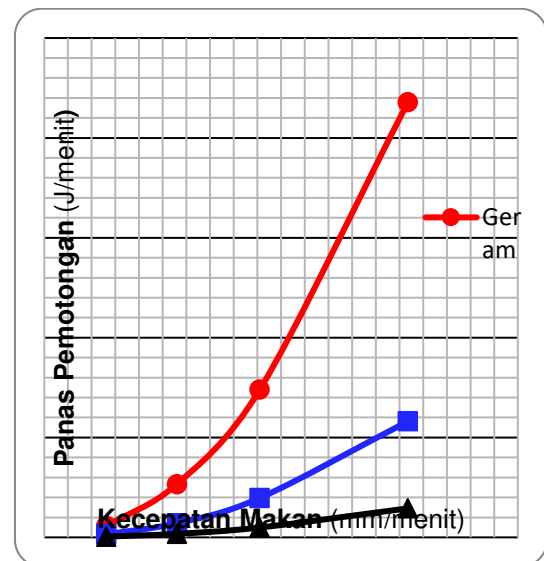
Hasil perhitungan panas pemotongan rata-rata berupa panas yang terbawah oleh geram, panas yang merambat melalui pahat dan panas yang mengalir melalui benda kerja, dapat ditebelkan seperti pada Tabel 4.2.

Berdasarkan tabel 4.2 dapat dibuatkan grafik kecepatan makan terhadap panas pemotongan dengan masing-masing kurva geram, pahat

No	Kecepatan makan; v_f (mm/menit)	Panas Pemotongan (J/menit)								
		Geram; Q_c			Pahat; Q_s			Benda Kerja; Q_w		
		(1)	(2)	Rata2	(1)	(2)	Rata2	(1)	(2)	Rata2
1	26.24	0.596	0.562	0.579	0.159	0.150	0.154	0.040	0.037	0.039
2	56.00	2.759	2.573	2.666	0.736	0.686	0.711	0.184	0.172	0.178
3	91.00	7.640	7.148	7.394	2.037	1.906	1.972	0.509	0.477	0.493
4	153.60	21.991	21.598	21.794	5.864	5.760	5.812	1.466	1.440	1.453

dan benda kerja, seperti pada gambar 4.1.

Tabel 4.2 Hubungan kecepatan makan dengan panas pemotongan rata-rata



Gambar 4.1 Kecepatan makan terhadap panas pemotongan

Dari Gambar 4.1 kecepatan makan terhadap panas pemotongan, terlihat

bahwa panas yang ditimbulkan pada proses freis akan semakin meningkat dengan bertambahnya kecepatan makan, baik itu panas yang terbawah oleh geram, panas yang merambat melalui pahat dan panas yang mengalir melalui benda kerja. Dengan demikian semakin besar kecepatan makan maka akan mengakibatkan panas yang tinggi pada proses freis. Dari ketiga panas pemotongan yang terjadi pada proses pemotongan freis, maka panas yang terbawah oleh geram yang merupakan panas yang paling besar pengaruhnya.

4.3.2 Analisis Varians

Suatu pengujian dilakukan untuk meneliti hubungan kecepatan makan terhadap panas pemotongan pada proses freis dapat dilakukan analisis varians (anova) satu arah. Dimana sebagai respons adalah perbedaan kecepatan makan dan diharapkan tidak ada pengaruh yang signifikan (mencolok) terhadap panas pemotongan pada proses freis yang dilakukan pengujian, sehingga pahat yang digunakan tidak akan mengalami keausan yang makin lama makin membesar selain

memperlemah pahat juga akan memperbesar gaya pemotongan sehingga dapat menimbulkan kerusakan fatal yang disebabkan adanya gesekan yang terjadi antara pahat dengan benda kerja akan menimbulkan panas yang tinggi.

Hipotesis pengujian dan kreterian pengujian untuk ketiga panas pemotongan tersebut, adalah:

- Hipotesis Pengujian

- Hipoteis awal H_0

Apakah variasi kecepatan makan yang ada pada mesin freis tidak berpengaruh secara signifikan terhadap panas pemotongan hasil pengujian ($F_{hitung} < F_{tabel}$).

- Hipoteis alternatif H_a

Apakah variasi kecepatan makan yang ada pada mesin freis berpengaruh secara signifikan terhadap panas pemotongan hasil pengujian ($F_{hitung} > F_{tabel}$).

- Kreteria Pengujian

Ditetapkan tingkat kepercayaan
= **95 %**

Jadi Tingkat kesalahan
($\alpha = 100 - 95 = 5\%$)

= **0,05 %**

1. Panas Pemotongan yang Terbawah Oleh Geram

- Tabel Data Pengamatan

Data dari Tabel 4.3 data hasil pengujian proses pemotongan, bahwa pengelompokkan pengamatan analisis varians klasifikasi satu arah untuk analisis panas pemotongan pada geram proses freis adalah seperti dituangkan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Data pengamatan anova satu arah untuk panas pemotongan geram

NO	PANAS PEMOTONGAN GERAM (J/menit)			
	Kecepatan makan (mm/menit)			
	$v_f =$	$v_f =$	$v_f =$	$v_f =$
	26,24	56,00	91,00	153,60
1	0,596	2,759	7,640	21,991
2	0,562	2,573	7,148	21,598

- Analisis Varians Satu Arah

Hasil anova satu arah untuk panas pemotongan yang terbawah oleh geram dengan menggunakan *microsoft office excel*, adalah seperti pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil anova satu arah panas pemotongan pada geram

Anova: Single Factor						
SUMMARY						
Groups	Count	Sum	Average	Variance		
Kecepatan makan, vf =26.24 mm/menit	2	0.077	0.039	2.62E-06		
Kecepatan makan, vf =56.00 mm/menit	2	0.355	0.178	7.72E-05		
Kecepatan makan, vf =91.00 mm/menit	2	0.986	0.493	0.000538		
Kecepatan makan, vf =153.60 mm/menit	2	2.906	1.453	0.000342		
ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	2.437	3	0.81225	3383.377	2.91E-07	6.591
Within Groups	0.001	4	0.00024			
Total	2.438	7				

- Keputusan dan kesimpulan
Hasil $F_{hitung} > F_{tabel}$, yaitu $3383,377 > 6,591$, maka hipotesis alternatif yang diterima H_a .

- Kesimpulan

Karena hasil perbandingan uji F hipotesis alternatif H_a yang diterima, maka kesimpulannya bahwa variasi kecepatan makan yang ada pada mesin freis akan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap panas pemotongan yang terbawah oleh geram.

2. Panas Pemotongan yang Merambat Melalui Pahat

- Tabel Data Pengamatan

Data dari Tabel 4.3 data hasil pengujian proses pemotongan, bahwa pengelompokkan pengamatan analisis varians klasifikasi satu arah untuk analisis panas pemotongan pada pahat mesin freis adalah seperti dituangkan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Data pengamatan anova satu arah

untuk panas pemotongan pahat

- Analisis Varians Satu Arah

Hasil anova satu arah untuk panas pemotongan yang merambat melalui pahat dengan menggunakan *microsoft office excel*, adalah seperti pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil anova satu arah panas pemotongan pada pahat

Anova: Single Factor						
SUMMARY						
Groups	Count	Sum	Average	Variance		
Kecepatan makan, vf=26.24 mm/menit	2	1.158	0.579	0.00059		
Kecepatan makan, vf=56.00 mm/menit	2	5.332	2.666	0.01736		
Kecepatan makan, vf=91.00 mm/menit	2	14.788	7.394	0.12107		
Kecepatan makan, vf=153.60 mm/menit	2	43.589	21.794	0.07704		
ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	Fcrit
Between Groups	548.270	3	182.757	3383.377	2.91E-07	6.591
Within Groups	0.216	4	0.054			
Total	548.486	7				

- Keputusan dan kesimpulan

Hasil $F_{hitung} > F_{tabel}$, yaitu $3383,377 > 6,591$, maka hipotesis alternatif yang diterima H_a .

- Kesimpulan

Karena hasil perbandingan uji F hipotesis alternatif H_a yang diterima, maka kesimpulannya bahwa variasi kecepatan makan yang ada pada mesin freis akan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap

panas pemotongan yang merambat melalui pahat.

3. Panas Pemotongan yang

NO	PANAS PEMOTONGAN BENDA KERJA (J/menit)			
	Kecepatan makan (mm/menit)			
	$v_f =$ 26,24	$v_f =$ 56,00	$v_f =$ 91,00	$v_f =$ 153,60
1	0,040	0,184	0,509	1,466
2	0,037	0,172	0,477	1,440

Mengalir Melalui Benda Kerja

- Tabel Data Pengamatan

Data dari Tabel 4.3 data hasil pengujian proses pemotongan, bahwa pengelompokkan pengamatan analisis varians klasifikasi satu arah untuk analisis panas pemotongan pada benda kerja proses freis adalah

NO	PANAS PEMOTONGAN PAHAT (J/menit)			
	Kecepatan makan (mm/menit)			
	$v_f =$ 26,24	$v_f =$ 56,00	$v_f =$ 91,00	$v_f =$ 153,60
1	0,159	0,736	2,037	5,864
2	0,150	0,686	1,906	5,760

seperti dituangkan pada Tabel

Tabel 4.7 Data pengamatan anova satu arah

untuk panas pemotongan benda kerja

- Analisis Varians Satu Arah

Hasil anova satu arah untuk panas pemotongan yang mengalir melalui benda kerja dengan menggunakan *microsoft office excel*, adalah seperti pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Hasil anova satu arah panas pemotongan pada pahat

Anova: Single Factor						
SUMMARY						
Groups	Count	Sum	Average	Variance		
Kecepatan makan, vf =26.24 mm/menit	2	0.077	0.039	2.62E-06		
Kecepatan makan, vf =56.00 mm/menit	2	0.355	0.178	7.72E-05		
Kecepatan makan, vf =91.00 mm/menit	2	0.986	0.493	0.000538		
Kecepatan makan, vf =153.60 mm/menit	2	2.906	1.453	0.000342		
ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	2.437	3	0.81225	3383.377	2.91E-07	6.591
Within Groups	0.001	4	0.00024			
Total	2.438	7				

- Keputusan dan kesimpulan

Hasil $F_{hitung} > F_{tabel}$, yaitu $3383,377 > 6,591$, maka hipotesis alternatif yang diterima H_a .

- Kesimpulan

Karena hasil perbandingan uji F hipotesis alternatif H_a yang diterima, maka kesimpulannya bahwa variasi kecepatan makan yang ada pada mesin freis akan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap panas pemotongan yang mengalir melalui benda kerja.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Hubungan kecepatan makan terhadap panas pemotongan, bahwa panas yang ditimbulkan pada proses freis akan semakin meningkat dengan bertambahnya kecepatan makan, baik itu panas yang terbawah oleh geram, panas yang merambat melalui pahat dan panas yang mengalir melalui benda kerja. Dengan demikian semakin besar kecepatan makan maka akan mengakibatkan panas yang tinggi pada proses freis.

2. Hasil analisis varians dengan tingkat kepercayaan 95 %, menunjukkan bahwa variasi kecepatan makan yang ada pada mesin freis akan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap panas pemotongan, baik itu panas yang terbawah oleh geram, panas yang merambat melalui pahat dan panas yang mengalir melalui benda kerja. Dengan demikian panas yang ditimbulkan akan mengakibatkan pahat mengalami keausan.

5.2 Saran

1. Karena hasil penelitian ini menunjukkan bahwa panas yang ditimbulkan akan mengakibatkan pahat mengalami keausan, untuk dianjurkan dalam proses freis sebaiknya menggunakan kedalaman potong tidak terlalu besar.
2. Untuk pengembangan penelitian lebih lanjut dianjurkan menggunakan kedalaman potong yang bervariasi sebagai respon, sehingga dapat diketahui pengaruhnya terhadap panas pemotongan pada proses freis.
3. Dapat dilakukan komparasi atau perbandingan dengan dan tanpa menggunakan cairan pendingin ketika melakukan pemotongan dan juga dapat dilakukan pengujian pengukuran kekasaran permukaan benda kerja hasil pemotongan.

Mesin Fakultas Teknik Universitas Sam ratulangi, Manado.

Harinaldi, 2002. Prinsip-prinsip Statistik untuk Teknik dan Sains, Erlangga, Jakarta.

Poeng, R. 2014. Proses Pemesinan, Bahan Kuliah Proses Manufaktur II, Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado.

Priambodo, B. 1981. Teknologi Mekanik, Erlangga Jakarta.

Rochim, T. 2007. Klasifikasi Proses Gaya dan Daya Pemesinan, Institut Teknologi Bandung.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, S. 1993, Alat Ukur dan Mesin Perkakas. Ghalia Indonesia, Jakarta.
- Gambe, S. 2015. Pengaruh Kecepatan potong Terhadap Temperatur Pemotongan pada Proses Pembubutan, Skripsi S1 Teknik