

# ANALISA PENGARUH PEMOTONGAN MATERIAL BAJA PADUAN DAN BESI TUANG PADA PROSES FRAIS (*MILLING*) TERHADAP PERMUKAAN PAHAT HSS

Jufri Sialana<sup>1)</sup>, Jems D Way<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Staff Pengajar Pada Program studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri dan Kebumihan Universitas Sains dan Teknologi Jayapura.

<sup>2)</sup> Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin

## Abstrak

*Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisa kemampuan pahat HSS untuk melakukan pemotongan pada material baja paduan (steel alloy) dan besi tuang (cast iron) dan menganalisa pengaruh pemotongan pahat HSS terhadap permukaan material baja paduan (steel alloy) dan besi tuang (Cast iron) pada proses milling,*

*Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah penelitian eksperimen, yang digunakan untuk mencari pengaruh pemakanan dari proses frais (milling), dengan mengukur dan mencatat data-data berdasarkan tabel pengambilan data.*

*Hasil yang didapatkan pada penelitian ini adalah pada perhitungan proses pemotongan untuk baja paduan dan besi tuang terjadi kesamaan pada kecepatan potong ( $V$ ) yaitu sebesar 28,88 mm/menit, gerak makan pergigi ( $f_z$ ) yaitu sebesar 0,05434 mm/menit, waktu pemotongan ( $t_c$ ) adalah 1,5 menit dan kecepatan penghasil geram ( $Z$ ), sebesar 0,46 mm/menit. Sedangkan perbedaan perhitungan terjadi perbedaan pada gaya potong pergigi rata-rata ( $F_{tm}$ ), dimana untuk material baja paduan adalah 703,76 N dan untuk besi tuang adalah 543,98 N. Berat pahat HSS sebelum pemotongan adalah 352,8 gram dan sesudah pemotongan untuk baja paduan adalah 352,3 gram dan besi tuang adalah 352,5, sehingga kehilangan berat yang terjadi pada baj paduan adalah 0,5 gram dengan presentase kehilangan sebesar 0,25 %, dan besi tuang adalah 0,2 gram dengan presentase kehilangan berat sebesar 0,1 %. sehingga berdasarkan data dari kedua material tersebut maka dapat dilihat bahwa untuk baja paduan mengalami tingkat keausan pada bidang potong yang lebih besar dari pada besi tuang.*

*Kata kunci : Mesin Frais, Pahat HSS, Material benda kerja*

## 1. PENDAHULUAN

Pada proses permesinan, parameter yang diatur maksimum akan menyebabkan kekasaran permukaan suatu produk menjadi tinggi dibandingkan pengaturan parameter yang standar, selain itu terjadi gesekan antara benda kerja dengan pahat yang akan menimbulkan panas, sehingga temperatur pahat terutama bidang aktif pahat akan sangat tinggi. Komponen mesin yang terbuat dari logam mempunyai bentuk yang beraneka ragam. Umumnya mereka dibuat dengan proses permesinan dari bahan yang berasal dari proses sebelumnya yaitu proses penuangan (*casting*) dan atau proses pengolahan bentuk (*metal forming*). Pengerjaan mekanis logam biasanya digunakan untuk pengerjaan lanjutan maupun pengerjaan *finishing*, sehingga dalam pengerjaan mekanis dikenal beberapa prinsip pengerjaan, salah satunya adalah pengerjaan perataan permukaan dengan menggunakan mesin *milling* atau biasa juga disebut mesin frais. Untuk itu optimasi parameter proses pemesinan pada mesin *milling* perlu dilakukan agar kekasaran permukaan yang di inginkan dapat dicapai dalam waktu yang paling singkat.

Dalam proses pemesinan logam, umur pahat dipengaruhi oleh keausan mata potong pahat yang terjadi akibat gesekan antara mata pahat dan benda kerja. Keausan pahat ini akan semakin besar sampai batas tertentu, sehingga pahat tidak dapat digunakan lagi. Lamanya waktu mencapai batas keausan ini didefinisikan sebagai umur pahat (*tool life*). Data umur pahat diperlukan dalam perencanaan pemesinan suatu produk, contohnya pada produksi komponen beberapa pahat harus diganti. Hal ini dapat diketahui dengan menghitung waktu total untuk

memotong satu produk, kemudian dibandingkan dengan umur pahat yang digunakan. Penggunaan parameter pemotongan yang tidak tepat menyebabkan pahat mudah aus, sehingga mempengaruhi proses produksi karena pahat akan sering diganti dan biaya produksi menjadi lebih tinggi.

Mesin frais ini mempunyai gerak utama putaran spindel yang memutar pahat dan benda kerja diam dalam *vice* yang dapat digerakkan oleh meja secara vertikal, transversal atau horizontal. Bentuk-bentuk benda kerja pada mesin frais adalah metal, besi tuang, baja paduan, logam campuran dan plastik sintesis. Hasilnya dapat kasar dan halus suatu pengerjaan harus memiliki kualitas permukaan yang baik. Geram yang terjadi pada proses frais, sisi potongnya membentuk sebuah lingkaran, pisau frais merupakan pisau yang terdiri dari pahat potong berganda agar dapat memotong benda kerja dari sisi potongnya yang juga mempunyai sudut baji, alfa dan gamma seperti halnya pada pisau bubut, karena penting dan seringnya penggunaan mesin perkakas, baik di dunia industri maupun pendidikan

## 2. METODE PENELITIAN

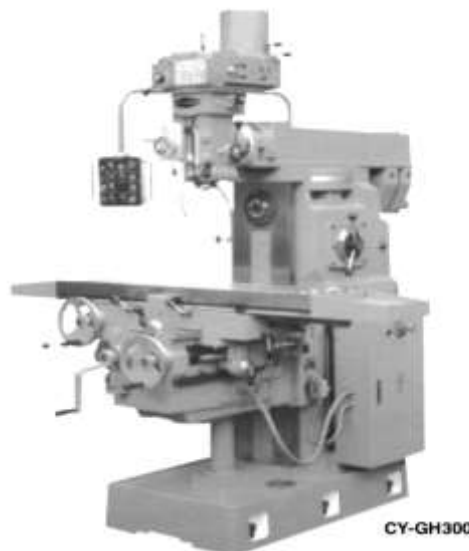
### 2.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dibengkel Pemesinan SMK Negeri 3 Jayapura dan Laboratorium produksi universitas sains dan teknologi jayapura (USTJ). Penelitian ini berlangsung selama kurang lebih tiga bulan.

### 2.2 Persiapan alat dan bahan

#### A. Alat

1. Mesin Frais (milling) : Untuk memotong dan menghaluskan permukaan dari terhadap material material dari benda kerja



Gambar 2.1 Mesin Frais

2. Stopwatch : Untuk mengukur waktu potong



Gambar 2.2 Stopwatch

3. Jangka sorong : Untuk mengukur dimensi



Gambar 2.3 Jangka sorong

4. Mesin Gergaji Potong : Alat yang digunakan untuk memotong panjang material baja Paduan dan besi tuang.



Gambar 2.4 Mesin gergaji potong

5. Mikroskop : Untuk mengukur keausan pahat. Pengukuran keausan dilakukan dengan cara mengukur panjang keausan yang terjadi, yaitu dengan cara mata potong sebelum terjadi keausan dijadikan titik acuan untuk memulai mengukur kemudian ditarik garis lurus sampai pada garis rata – rata bekas keausan pada bidang utama.



Gambar 2 .5 Mikroskop

6. Timbangan Digital : Digunakan untuk mengetahui berat material pahat yang hilang karena mengalami keausan.



Gambar 2.6 Timbangan Digital

## B. Bahan

1. Material Pahat : Pahat HSS

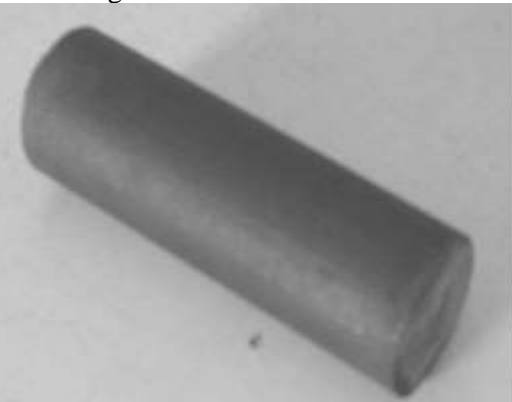


Gambar 2.7 Pahat HSS

2. Material benda kerja : Baja paduan dan besi tuang



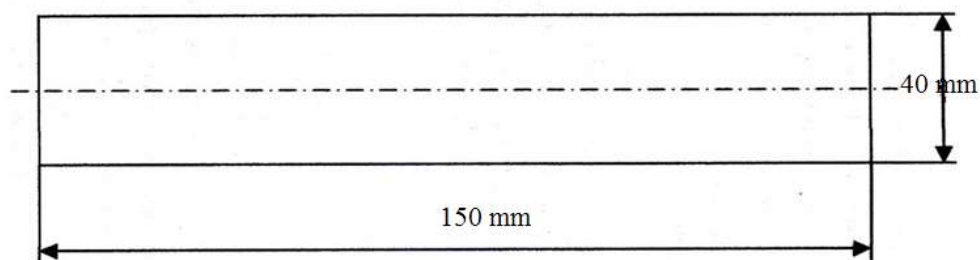
(a) Baja paduan



(b) Besi tuang

Gambar 2.8 Material benda kerja

Bahan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah Baja paduan dan besi tuang dengan diameter 40 mm, dengan panjang 150 mm (sebagaimana terlihat pada gambar 2.9).



Gambar 2.9 Dimensi Spesimen uji

### 2.3 Prosedur Pengambilan Data

Untuk mendapatkan data penelitian maka dilakukan langkah – langkah sebagai berikut:

1. Memeriksa kondisi mesin frais
2. Menyiapkan pahat HSS.
3. Menyiapkan baja paduan dan besi tuang
4. Memotong Material benda kerja
5. Memasang benda kerja pada ragum dan memasang cutter end mill pada spindel mesin
6. Pengecekan rumah pahat, ukuran lubang tidak mengalami kelonggaran.
7. Memulai proses pengerjaan pembuatan benda kerja
8. Melakukan penimbangan pahat, material benda kerja, pengambilan foto makro, dan pengukuran tingkat keausan pahat.
9. Menganalisis dan membahas data penelitian, serta membuat kesimpulan.

### 2.4 Variabel Penelitian

Ada tiga variabel yang dikaji dalam penelitian ini yakni :

1. Variabel bebas adalah variabel yang besar nilainya ditentukan peneliti sebelum melakukan penelitian, nilai dari variabel bebasnya adalah Putaran spindel.
2. Variabel terikat adalah variabel yang besarnya tidak dapat ditentukan oleh peneliti, nilai dari variabel terikatnya adalah Kecepatan Potong, Gerak Makan pergigi, Waktu pemotongan dan kecepatan penghasil geram.
3. Variabel terkontrol adalah variabel yang ditentukan oleh peneliti dan nilainya selalu dibuat konstan, nilai dari variabel terkontrol adalah ukuran benda kerja.

## 3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Data Hasil Pengujian

Dalam penelitian ini diteliti pengaruh pemotongan serta kemampuan pahat HSS terhadap permukaan material Baja paduan (*Steel alloy*) dan besi tuang (*Cast iron*), yang berkaitan dengan proses pemesian Frais (*milling*), yaitu antara lain jenis material benda kerja dan pahat, kondisi pemotongan (kecepatan potong, kecepatan makan, waktu pemotongan, kecepatan geram, kedalaman potong, pemakanan memanjang, Gaya dan daya pemotongan).

Tabel 3.1 Data hasil pengamatan untuk material baja paduan

No	Putaran (rpm)	Ukuran benda kerja (mm)	Diameter pisau frais (mm)	Kedalaman potong (mm)	Lebar geram (mm)	Kecepatan makan (mm/put)
1	230	32	40	0,2	60	100
2	230	32	40	0,2	60	100
3	230	32	40	0,2	60	100

Tabel 3.2 Data hasil pengamatan untuk material besi tuang

No	Putaran (rpm)	Ukuran benda kerja (mm)	Diameter pisau frais (mm)	Kedalaman potong (mm)	Lebar geram (mm)	Kecepatan makan (mm/put)
1	230	32	40	0,2	60	100
2	230	32	40	0,2	60	100
3	230	32	40	0,2	60	100



### 3.2. Perhitungan

#### 3.2.1 Perhitungan Proses Pemotongan untuk baja paduan

##### 1. Kecepatan potong (V)

Dalam menentukan kecepatan potong beberapa faktor yang dipertimbangkan antara lain jenis bahan yang akan dikerjakan, jenis pahat, diameter pisau, dan hasil kehalusan permukaan yang diinginkan. “Kecepatan potong (V) adalah jarak yang ditempuh oleh satu titik dalam satuan mili meter pada selubung pisau dalam waktu satu menit. Adapun untuk mencari kecepatan potong untuk mesin frais sama dengan kecepatan potong untuk mesin bubut yaitu:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$$

$$\text{Sehingga : } V = \frac{3,14 \times 40 \times 230}{1000} \\ = 28,888 \text{ mm/menit}$$

Dimana : V = kecepatan potong (mm/menit)  
d = diameter pisau frais (mm)  
n = putaran spindel (rpm)

##### 2. Gerak Makan pergigi

Gerak makan bisa diatur dengan cara mengatur handel. Pada mesin frais, gerak makan pergigi dinyatakan dalam satuan millimeter permenit di mana dalam pemakaiannya perlu disesuaikan dengan jumlah mata potong pisau yang digunakan, dimana jumlah gigi 8 mata potong. Dengan demikian rumus untuk mencari Gerak Makan pergigi adalah:

$$f_z = \frac{V_f}{z \cdot n} = \frac{100}{8 \times 230} \\ = \frac{100}{1840} \\ = 0,05434 \text{ mm/menit}$$

Dimana : fz = Gerak makan pergigi (mm/mnt)  
z = Jumlah gigi  
Vf = Kecepatan makan (mm/putaran)  
n = Putaran poros utama (rpm)

##### 3. Waktu pemotongan

Waktu untuk menghasilkan produk atau waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Untuk menghasilkan satu produk, maka diperlukan komponen-komponen waktu, dimana panjang benda kerja adalah 150 mm sehingga waktu pemotongannya :

$$t_c = \frac{L_t}{V_f} \\ = \frac{150}{100} = 1,5 \text{ menit}$$

Dimana : tc = waktu pemotongan (mnt)  
Lt = panjang benda kerja (mm)  
Vf = kecepatan makan (mm/put)

##### 4. Kecepatan penghasil geram

Untuk mencari kecepatan penghasil geram pada mesin frais (milling) yang digunakan diketahui lebar pemotongannya adalah 23 mm sehingga dapat dicari kecepatan penghasil geram dengan menggunakan persamaan :

$$Z = \frac{V_f \cdot a \cdot w}{1000} \\ Z = \frac{100 \times 0,2 \times 23}{1000} \\ = 0,46 \text{ mm/menit}$$

Dimana : Z = kecepatan penghasil geram (mm/mnt)  
Vf = kecepatan makan (m/put)  
a = kedalaman potong (mm)  
w = lebar pemotongan (mm)



### 5. Gaya pemotongan

Dalam pemotongan pisau frais, dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain penampang geram dan gaya potong spesifik. Dimana data-data untuk menghitung gaya pemotongan adalah :

Kedalaman potong ( $a$ ) = 0,2 mm

Diameter pisau frais ( $d$ ) = 40 mm

Gerak makan pergigi ( $f_z$ ) = 0,05434 mm/menit

Lebar geram sebelum terpotong rata-rata ( $b$ ) = 60 mm

Dalam proses permesinan dengan mesin frais ini menggunakan proses frais datar sehingga tebal geram sebelum terpotong rata-rata (mm) adalah :

$$h_m = f_z \sqrt{\frac{a}{d}}$$

$$= 0,05434 \sqrt{\frac{0,2}{40}} = 0,003 \text{ mm}$$

Dimana :  $h_m$  = tebal geram suda terpotong rata-rata (mm)

$f_z$  = Gerak makan pergigi (mm/mnt)

$a$  = kedalaman potong (mm)

$d$  = diameter pisau frais (mm)

Untuk mencari penampang penampang geram ( $A_m$ ), yaitu :

$$A_m = b \cdot h_m$$

$$= 60 \times 0,003 = 0,18 \text{ mm}^2$$

Sehingga gaya potong sfesifik rata-rata untuk proses frais yang dilakukan:

Dengan melihat tabel, maka didapatkan :

1. Jenis benda kerja baja paduan

2. Gaya potong sfesifik referensi ( $k_{s11}$ ) = 2110 N/mm<sup>2</sup>

3. Pangkat untuk tebal geram rata-rata ( $p$ ) = 0,16

$$\text{Sehingga : } K_{sm} = K_{11} \cdot h_m^{-p}$$

$$= 2110 \times 0,003^{-0,16}$$

$$= 5344,9 \text{ N/mm}^2$$

Maka gaya potong pergigi rata-rata ( $F_{tm}$ ) adalah :

$$F_{tm} = A_m \cdot k_{sm}$$

$$= 0,18 \times 5344,9 = 962,082 \text{ N}$$

### 3.2.2 Perhitungan Proses Pemotongan untuk besi tuang

#### 1. Kecepatan potong (V)

Dalam menentukan kecepatan potong beberapa faktor yang dipertimbangkan antara lain jenis bahan yang akan dikerjakan, jenis pahat, diameter pisau, dan hasil kehalusan permukaan yang diinginkan. “Kecepatan potong (V) adalah jarak yang ditempuh oleh satu titik dalam satuan mili meter pada selubung pisau dalam waktu satu menit. Adapun untuk mencari kecepatan potong untuk mesin frais sama dengan kecepatan potong untuk mesin bubut yaitu.

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$$

$$\text{Sehingga : } V = \frac{3,14 \times 40 \times 230}{1000} = 28,888 \text{ mm/menit}$$

Dimana : V = kecepatan potong (mm/menit)

d = diameter (mm)

n = putaran spindel (rpm)

#### 2. Gerak Makan pergigi

Gerak makan bisa diatur dengan cara mengatur handel. Pada mesin frais, gerak makan pergigi dinyatakan dalam satuan millimeter permenit di mana dalam pemakaiannya perlu disesuaikan dengan jumlah mata potong pisau yang digunakan, dimana jumlah gigi 8 buah. Dengan demikian rumus untuk mencari Gerak Makan pergigi adalah:

$$f_z = \frac{Vf}{Z \cdot n}$$



$$f_z = \frac{100}{8 \times 230}$$

$$= \frac{100}{1840}$$

$$= 0,05434 \text{ mm/menit}$$

Dimana :  $f_z$  = Gerak makan pergigi (mm/mnt)

$z$  = Jumlah gigi

$V_f$  = Kecepatan makan (mm/put)

$n$  = Putaran poros utama (rpm)

### 3. Waktu pemotongan

Waktu untuk menghasilkan produk atau waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Untuk menghasilkan satu produk, maka diperlukan komponen-komponen waktu, dimana panjang benda kerja adalah 150 mm sehingga waktu pemotongannya adalah :

$$t_c = \frac{L_t}{V_f}$$

$$= \frac{150}{100}$$

$$= 1,5 \text{ menit}$$

Dimana :  $t_c$  = waktu pemotongan (mnt)

$L_t$  = panjang benda kerja (mm)

$V_f$  = kecepatan makan (mm/put)

### 4. Kecepatan penghasil geram

Untuk mencari kecepatan penghasil geram pada mesin frais (milling) yang digunakan diketahui lebar pemotongannya adalah 23 mm sehingga dapat dicari kecepatan penghasil geram dengan menggunakan persamaan :

$$Z = \frac{V_f \cdot a \cdot w}{1000}$$

$$Z = \frac{100 \times 0,2 \times 23}{1000}$$

$$= 0,46 \text{ mm/menit}$$

Dimana :  $Z$  = kecepatan penghasil geram (mm/mnt)

$V_f$  = kecepatan potong (m/mnt)

$a$  = kedalaman potong (mm)

$w$  = lebar pemotongan (mm)

### 5. Gaya pemotongan

Dalam pemotongan pisau frais, dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain penampang geram dan gaya potong spesifik. Dimana data-data untuk menghitung gaya pemotongan adalah :

Kedalaman potong ( $a$ ) = 0,2 mm

Diameter pisau frais ( $d$ ) = 40 mm

Gerak makan pergigi ( $f_z$ ) = 0,05434 mm/menit

Lebar geram sesudah terpotong rata-rata ( $b$ ) = 60 mm

Dalam proses permesinan dengan mesin frais ini menggunakan proses frais datar sehingga tebal geram sebelum terpotong rata-rata (mm) adalah :

$$h_m = f_z \sqrt{\frac{a}{d}}$$

$$= 0,05434 \sqrt{\frac{0,2}{40}}$$

$$= 0,003 \text{ mm}$$

Dimana :  $h_m$  = tebal geram sesudah terpotong rata-rata (mm)

$f_z$  = Gerak makan pergigi (mm/mnt)

$a$  = kedalaman potong (mm)

$d$  = diameter pisau frais (mm)

Untuk mencari penampang geram ( $A_m$ ), yaitu :

$$A_m = b \cdot h_m$$

$$= 60 \times 0,003 = 0,18 \text{ mm}$$





Dimana :  $b$  = lebar geram sesudah terpotong (mm)

$h_m$  = tebal geram sebelum terpotong rata-rata (mm)

Sehingga gaya potong spesifik rata-rata untuk proses frais yang dilakukan:

Dengan melihat tabel 1 (lampiran), maka didapatkan :

1. Jenis benda kerja besi tuang

2. Gaya potong spesifik referensi ( $k_{s11}$ ) = 1160 N/mm<sup>2</sup>

3. Pangkat untuk tebal geram rata-rata ( $p$ ) = 0,26

$$\begin{aligned} \text{Sehingga : } K_{sm} &= K_{11} \cdot h_m^{-p} \\ &= 1160 \times 0,003^{-0,26} \\ &= 5252,9 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Maka gaya potong per gigi rata-rata ( $F_{tm}$ ) adalah :

$$\begin{aligned} F_{tm} &= A_m \cdot k_{sm} \\ &= 0,18 \times 5252,9 = 945,522 \text{ N} \end{aligned}$$

### 3.3 Hasil Pengujian

#### 3.3.1 Tahapan Pelaksanaan Pengujian

Pelaksanaan pengujian dimulai dengan pemotongan material uji (baja paduan dan besi tuang) dengan ukuran yang telah ditetapkan yaitu panjang 150 mm sebanyak 6 batang. Pemotongan material menggunakan mesin gergaji logam. Benda kerja dibagi dalam dua kelompok, dimana untuk masing-masing material uji berjumlah tiga buah. Pengasahan pahat dilakukan dengan ukuran yang sama, kemudian pahat yang telah diasah kedua bidang sayatnya ditimbang menggunakan timbangan digital sebagai acuan berat sebelum terjadi keausan setelah pemotongan. Nilai penimbangan ini akan dibandingkan terhadap nilai penimbangan pahat setelah proses pemotongan pada benda kerja. Setiap pemotongan benda kerja dikerjakan dengan perlakuan yang sama meliputi Kecepatan potong ( $V$ ), Gerak Makan per gigi ( $f_z$ ), Waktu pemotongan ( $t_c$ ), Kecepatan penghasil geram dan Gaya pemotongan.

Akhir yang dicapai dalam penelitian ini adalah melihat pengaruh pemotongan proses frais terhadap permukaan baja paduan dan besi tuang terjadi pada bidang potong pahat HSS. Untuk mengetahui keausan yang terjadi, spesimen pahat HSS ditimbang menggunakan timbangan digital seperti diperlihatkan pada Gambar 4.2, sehingga perbedaan berat yang terjadi berarti pahat telah mengalami pengikisan pada bidang potong menyebabkan kehilangan beratnya.

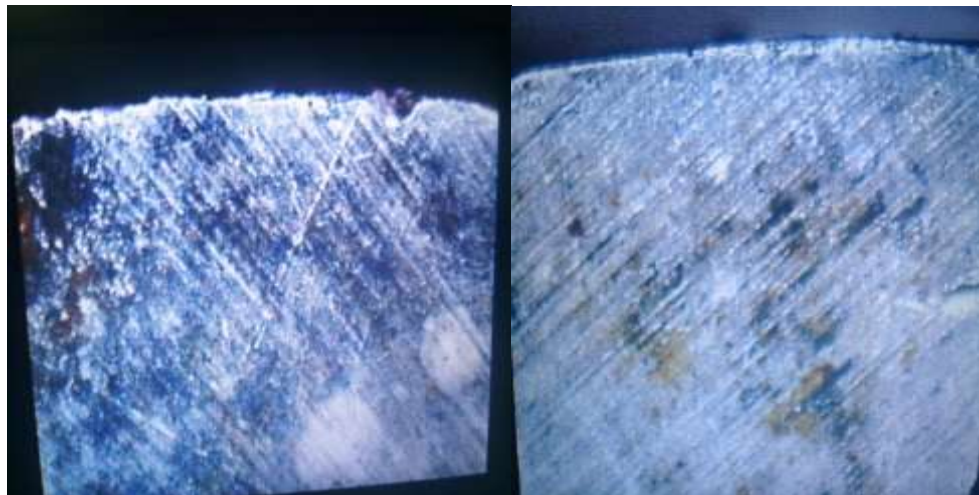


Gambar 3.1 Pengukuran menggunakan timbangan digital

#### 3.3.2 Pengukuran permukaan pahat HSS

Alat ukur yang digunakan dalam penelitian ini sendiri yaitu dengan mikroskop 3D (tiga dimensi). Mikroskop ini memiliki ketepatan skala 0,01 mm.. Bagian yang di ukur tingkat keausannya dari benda uji yang berdiameter 40 mm adalah bagian atas ujung mata pahat HSS.

Yang dimaksud bagian atas mata pahat HSS yaitu bagian dari permukaan yang rata yang berfungsi sebagai pemerataan pada saat pemotongan, sedangkan bagian samping pahat HSS yaitu bagian yang berbentuk ulir yang berfungsi sebagai pemotongan untuk membuat alur, tidak termasuk dalam bagian yang diukur tingkat keausannya.

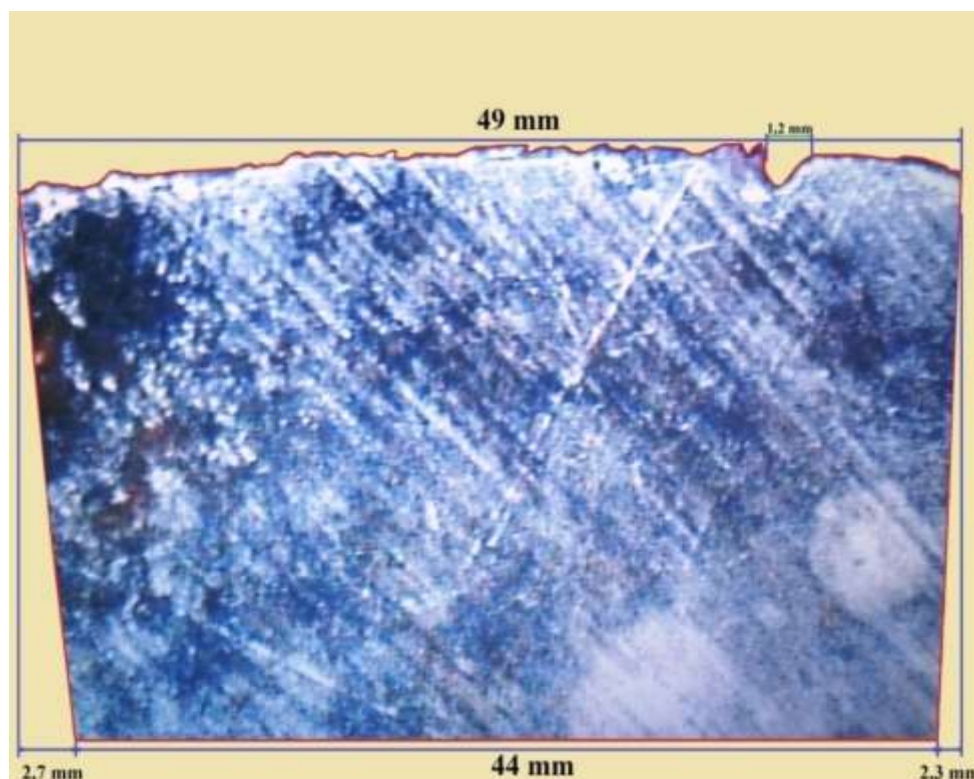


(a) Baja paduan

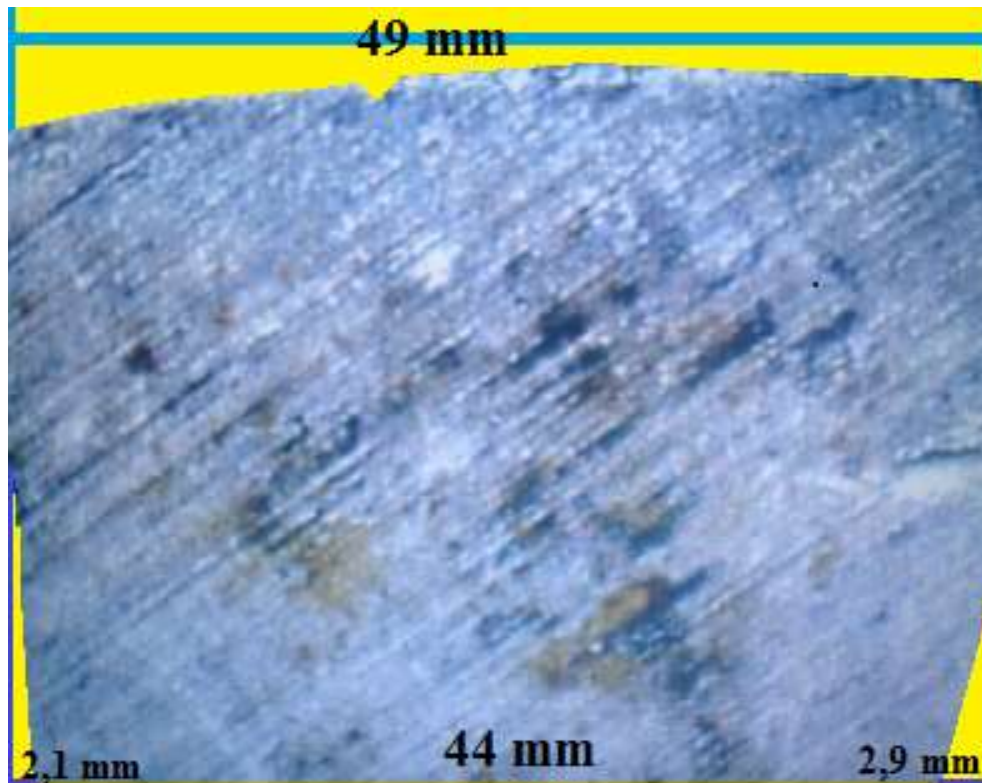
(b) besi tuang

Gambar 3.2 Hasil foto makro spesimen permukaan pahat HSS

Untuk mendapatkan data nilai keausan pahat, dilakukan pengambilan foto dengan menggunakan mikroskop digital, Hasil foto kemudian dimasukan ke *software* AUTOCAD untuk diukur nilai keausannya. Kemudian menentukan skala dari foto dengan mengukur ketebalan pada foto kemudian membandingkanya dengan tebal pahat pada modul standar pahat.





Gambar 3.3 Pengukuran mata pahat menggunakan *software* AUTOCAD untuk baja paduan.



Gambar 3.4 Pengukuran mata pahat menggunakan *kesoftware* AUTOCAD untuk besi tuang.

Tabel 3.3 Pengukuran permukaan pahat HSS

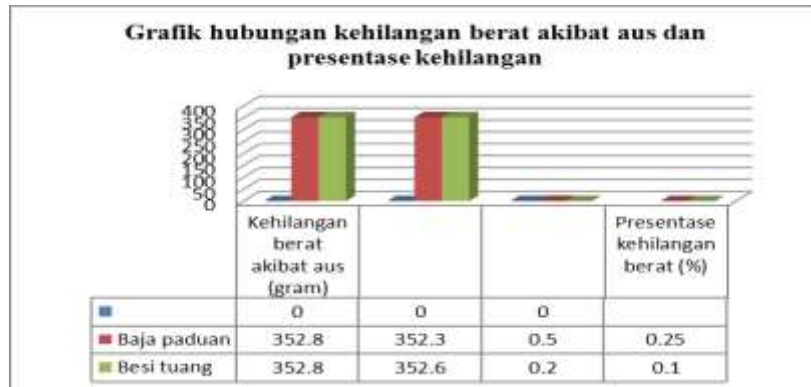
No	Pemotongan	Material	Hasil pengambilan data	Hasil foto makro spesimen permukaan pahat HSS	Berat pahat	
					Sebelum (gram)	Sesudah (gram)
1	1) Kedalaman potong (a)	Baja paduan	0,2 mm		352,8	352,3
	2) Kecepatan makan (Vf)		100 mm/put		352,8	352,3
	3) Lebar geram (b)		60 mm		352,8	352,3
2	1) Kedalaman potong (a)	Besi tuang	0,2 mm		352,8	352,6
	2) Kecepatan makan (Vf)		100 mm/put		352,8	352,6
	3) Lebar geram (b)		60 mm		352,8	352,6

### 3.3 Analisa Hasil

Sumber data yang diperoleh dalam penelitian ini adalah data primer yang langsung didapatkan dari objek penelitian ini, yaitu melakukan pengujian pemotongan pada mesin frais, dimana terjadi keausan pada ujung atas bidang potong pahat yang disebabkan gaya pemakanan sisi potong dengan benda kerja. Namun tingkat keausan pahat ini akan berbeda yang disebabkan kekasaran permukaan benda kerja baja paduan dan besi tuang terhadap pahat HSS tidak sama. Hasil pengukuran keausan ini dapat ditunjukkan pada tabel 3.5 dibawah ini.

Tabel 3.4 Kondisi pengaruh pemakanan terhadap berat pahat

Pahat HSS untuk benda kerja	Kehilangan berat akibat aus (gram)			Presentase kehilangan berat (%)
	Sebelum pemotongan	Sesudah pemotongan	Kehilangan berat	
Baja paduan	352,8	352,3	0,5	0,25
Besi tuang	352,8	352,6	0,2	0,1



Gambar 3.5 Grafik kondisi pengaruh pemakanan terhadap berat pahat

Pada Tabel 3.4 dan gambar 3.5 (Grafik pengaruh pemakanan terhadap berat pahat), dapat diterangkan bahwa pahat pada pemotongan terhadap benda kerja pertama mengalami pengurangan berat yang relatif berbeda. Pada spesimen pahat pemotongan terhadap material baja paduan mengalami tingkat keausan tertinggi dimana pahat mengalami kehilangan beratnya sampai 0,5 gram dengan presentase kehilangan sebesar 0,25 %. Sedangkan untuk pemotongan terhadap benda kerja mengalami pengurangan berat 0,2 gram dengan presentase kehilangan berat sebesar 0,1 %.

Tabel 3.5. Hubungan antara kecepatan potong dengan kecepatan penghasil geram

No	Material	Kecepatan potong (mm/menit)	Gaya pemotongan pergigi (N)
1	Baja paduan	28,88	962,082
2	Besi tuang	28,88	945,522



Gambar 3.6. Grafik Hubungan antara kecepatan potong dengan gaya pemotongan pergigi

Grafik pada Gambar 3.6 diatas memperlihatkan bahwa kecepatan potong untuk material baja paduaan dan besi tuang adalah sama yaitu 28,88 mm/menit, sedangkan terjadi perbedaan pada gaya pemotongan pergigi dimana untuk baja paduan adalah 962,082 N dan untuk besi tuang adalah 945,522.



Tabel 3.6 Hubungan antara waktu pemotongan dan kehilangan berat

No	Material	waktu pemotongan (menit)	Kehilangan berat (gram)
1	Baja paduan	1,5	0,5
2	Besi tuang	1,5	0,2



Gambar 3.7 Hubungan antara waktu pemotongan dan kehilangan berat

Grafik pada Gambar 3.7 diatas memperlihatkan bahwa waktu yang dibutuhkan untuk memotong material baja paduan dan besi tuang adalah sama yaitu 1,5 menit, sedangkan kehilangan berat yang terjadi pada baj paduan adalah 0,5 gram dan besi tuang adalah 0,2, sehingga berdasarkan data dari kedua material tersebut maka dapat dilihat bahwa untuk baja paduan mengalami tingkat keausan pada bidang potong yang lebih besar dari pada besi tuang.

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian tentang analisa pengaruh pemotongan material baja paduan dan besi tuang pada proses frais (Milling) terhadap permukaan pahat HSS, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan, antara lain:

1. Pada perhitungan proses pemotongan untuk baja paduan dan besi tuang terjadi kesamaan pada kecepatan potong ( $V$ ) yaitu sebesar 28,88 mm/menit, gerak makan gigi ( $f_z$ ) yaitu sebesar 0,05434 mm/menit, waktu pemotongan ( $t_c$ ) adalah 1,5 menit dan kecepatan penghasil geram ( $Z$ ) sebesar 0,46 mm/menit, Sedangkan perbedaan perhitungan terjadi pada gaya potong gigi rata-rata ( $F_{im}$ ), dimana untuk material baja paduan adalah 703,76 N dan untuk besi tuang adalah 543,98 N
2. Berat pahat HSS sebelum pemotongan adalah 352,8 gram dan sesudah pemotongan untuk baja paduan adalah 352,3 gram dan besi tuang adalah 352,5, sehingga kehilangan berat yang terjadi pada baj paduan adalah 0,5 gram dengan presentase kehilangan sebesar 0,25 %, dan besi tuang adalah 0,2 gram dengan presentase kehilangan berat sebesar 0,1 %. sehingga berdasarkan data dari kedua material tersebut maka dapat dilihat bahwa untuk baja paduan mengalami tingkat keausan pada bidang potong yang lebih besar dari pada besi tuang.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anang Ansyori (2015), "Pengaruh Kecepatan Potong dan Makan terhadap Umur Pahat pada Pemesinan Frais Paduan Magnesium " Jurnal Mechanical, Volume 6, Nomor 1, Maret 2015
- Dian Wahyudi, M. Alfatih Hendrawan, Bibit Sugito, (2011), "Studi Pengaruh Metode Pendinginan Pada Proses End Milling Terhadap Kualitas Permukaan" UMS, Surakarta
- Hari Yanuar, Akhmad Syarief dan Kusairi (2014), "Pengaruh variasi pemotongan dan kedalaman pemakanan terhadap kekerasan permukaan dengan berbagai media



*pendingin pada proses Frais Konvensional*", Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Unlam Vol. 03 No.1 pp 27-33, 2014

Marsyahyo, Eko, (2003), "*Mesin Perkakas Pemotongan Logam*", Toga Mas, Malang.

Suhardi, (1999), "*Teknologi Permesinan*" Pendidikan Teknik Mesin UNS, Surakarta.

Taufik Rochim, (2007), "*Proses permesinan*", ITB, Bandung

Wahid Suherman (1988), *Ilmu Logam*, ITS, Surabaya.

