

# Pengaruh Pendinginan Air, Oli Dan Udara Terhadap Tingkat Kekasaran Dan Struktur Mikro Pada Proses Milling Baja Karbon WF 250

Agusti Royan Mustofa, I Gusti Komang Dwijana, I Nyoman Gde Antara  
Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

## Abstrak

*Proses pemesian kehalusan atau tingkat kekasaran permukaan benda kerja yang dihasilkan sangat mempengaruhi kualitas produk, dengan mengamati dari beberapa parameter salah satunya penggunaan cairan pendingin atau pelumas. Percobaan ini membuat beberapa variasi penggunaan cairan pendingin antara air, oli, dan udara dalam proses milling baja karbon WF 250. Parameter-parameter pemesian yang digunakan: kedalaman potong (a) 0,75 mm, kecepatan pemakanan ( $V_f$ ) 60 mm/min, kecepatan putaran spindle (n) 200 Rpm. Setelah itu dilakukan pengukuran nilai kekasaran permukaan rata-rata (Ra) untuk mengetahui variasi nilai (Ra) terendah yang dihasilkan. Penggunaan cairan pendingin air didapatkan nilai kekasaran permukaan rata-rata (Ra) 5,107  $\mu\text{m}$ ; 5,063  $\mu\text{m}$ ; dan 5,134  $\mu\text{m}$ . Penggunaan cairan pendingin oli didapatkan nilai kekasaran permukaan rata-rata (Ra) 4,973  $\mu\text{m}$ ; 4,223  $\mu\text{m}$ ; dan 4,523  $\mu\text{m}$ ; Penggunaan cairan pendingin udara didapatkan nilai kekasaran permukaan rata-rata (Ra) 5,539  $\mu\text{m}$ ; 5,553  $\mu\text{m}$ ; dan 4,784  $\mu\text{m}$ . Sehingga didapatkan nilai kekasaran permukaan rata-rata didapatkan dari proses milling baja karbon WF 250 dengan media pendingin oli dengan nilai kekasaran permukaan rata-rata terendah 4,223  $\mu\text{m}$ .*

*Kata kunci : proses milling, kekasaran permukaan, air, udara, oli*

## Abstract

*Process of machining smoothness or the level of surface roughness of the workpiece produced greatly affects the quality of the product, by observing from several parameters one of them the use of coolant or lubricant. This experiment made several variations of the use of coolant fluid between water, oil, and air in the process of carbon steel milling WF 250. Machining parameters used: cutting depth (a) 0,75 mm, feed rate (60 mm / min, spindle spin speed (n) 200 Rpm. After that, measured the average surface roughness (Ra) value to know the variation of the lowest (Ra) value produced. The use of water-cooled liquid obtained average surface roughness value (Ra) 5,107  $\mu\text{m}$ ; 5,063  $\mu\text{m}$ ; and 5,134  $\mu\text{m}$ . The use of oil coolant liquid obtained average surface roughness value (Ra) 4,973  $\mu\text{m}$ ; 4,223  $\mu\text{m}$ ; and 4,523  $\mu\text{m}$ . The use of air-cooled liquid obtained average surface roughness value (Ra) 5,539  $\mu\text{m}$ ; 5,553  $\mu\text{m}$ ; and 4,784  $\mu\text{m}$ . The average surface roughness value was obtained from the process of carbon steel milling WF 250 with oil cooling medium with the lowest average surface roughness value 4,223  $\mu\text{m}$ .*

*Keywords : milling process, surface roughness, water, air, oil*

## 1. Pendahuluan

Industrial manufaktur identik dengan proses pemesian, terutama pada proses frais atau milling. Proses frais merupakan suatu proses penyayatan benda kerja dengan menggunakan mata potong jamak yang berputar. Proses pemesian memiliki peran yang sangat penting dalam industri manufaktur, yaitu dalam pembuatan komponen-komponen mesin yang berasal dari bahan jenis logam. Proses pemesian dapat dilakukan karena adanya gerak relatif antara pahat dengan benda kerja, yang mengakibatkan terjadinya gerak relatif, sehingga akan menghasilkan panas yang dihasilkan pada daerah-daerah tertentu khususnya permukaan yang mengalami kontak langsung.

Dalam proses pemesian ada sesuatu hal yang perlu diperhatikan yaitu cairan pendingin atau *water colant*. Alasan penggunaan cairan pendingin pada proses pemotongan logam atau proses pemesian diantaranya digunakan untuk memperpanjang umur pahat, mengurangi terjadinya deformasi pada

benda kerja akibat panas yang dihasilkan, meningkatkan kualitas permukaan hasil proses pemesian, dan membersihkan beram dari hasil permukaan potong.

Syarat dari pahat untuk bisa melakukan pemotongan salah satunya yaitu kemampuan bahan pahat untuk bisa menahan beban kejut termal. Melemahnya pahat karena terjadi kenaikan suhu menyebabkan kerusakan serta keausan pada pahat, sehingga pahat tidak dapat memberikan tegangan geser yang dimiliki oleh pahat. Oleh sebab itu, proses pemotongan tidak akan mampu menghasilkan bentuk geometri yang tepat maupun kualitas permukaan yang bagus, sedangkan hal tersebut adalah keunggulan dari proses pemesian jika dibandingkan dengan proses manufaktur lainnya.

Kelemahan pada proses pemesian di atas, dapat diatasi dengan pemberian pendingin pada pahat yang dan dua permukaan benda yang berkontak sehingga tidak menyebabkan terjadinya perubahan sifat dari bahan khususnya bahan pahat.

Pada umumnya, setiap pekerjaan mesin memiliki persyaratan kualitas permukaan (kekasaran permukaan) yang berbeda, tergantung dari kegunaannya. Kualitas hasil penyayatan terlihat dari kekasaran permukaannya, semakin halus permukaannya, semakin baik pula kualitasnya, sehingga dicari hasil penyayatan yang sehalus mungkin.

## 2. Dasar Teori

### 2.1 Proses Frais

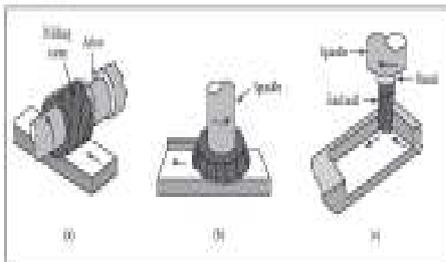
Proses frais merupakan suatu proses penyayatan benda kerja yang menggunakan alat potong dengan mata potong jamak yang berputar. Proses penyayatan dengan banyak mata potong yang mengitari pahat akan menghasilkan proses pemesinan yang lebih cepat. Permukaan yang disayat dapat berbentuk datar, melengkung, atau menyudut. Contoh mesin frais dapat dilihat pada gambar 1 berikut.



Gambar 1. Mesin frais *turret* vertikal horisontal [1]

### 2.2 Klasifikasi Proses Frais

Proses frais diklasifikasikan menjadi tiga jenis, yang berdasarkan pada bentuk pahat, posisi relatif pahat terhadap benda kerja, dan arah penyayatan seperti dilihat pada gambar 2 berikut.



Gambar 2. Klasifikasi proses frais : (a) frais periperal, (b) frais muka, (c) frais jari [1].

### 2.3 Cairan Pendingin Untuk Proses Pemesinan

Alasan penggunaan cairan pendingin pada proses pemotongan logam / proses pemesinan yaitu: memperpanjang umur pahat, mengurangi terjadinya deformasi pada benda kerja akibat panas yang dihasilkan, meningkatkan kualitas permukaan hasil pemesinan, dan menghilangkan beram dari permukaan potong. Cairan pendingin yang digunakan dapat dikategorikan menjadi empat,

diantaranya: *Straight Oils* (Minyak murni), *Soluble Oils*, *Semisynthetic fluids* (Cairan semi sintetis) serta *Synthetic fluids* (Cairan sintetis) [2].

### 2.4 Pengaruh Cairan Pendingin pada Proses Pemesinan

Penggunaan cairan pendinginan ketika proses pemesinan berlangsung memiliki dua fungsi yaitu fungsi utama dan fungsi kedua. Fungsi utama merupakan fungsi yang diinginkan oleh perencana dan operator proses pemesinan maupun mesin perkakas. Fungsi kedua adalah fungsi tak langsung yang bersifat menguntungkan akibat dari adanya penerapan cairan pendingin yang ditambahkan.

Adapun fungsi penambahna cairan pendingin yaitu:

1. Fungsi utama: melumasi proses pemotongan benda kerja, terutama pada kecepatan potong yang rendah; menjaga suhu benda kerja tetap dingin terutama pada kecepatan potong yang tinggi, dan membersihkan beram dari daerah pemotongan
2. Fungsi kedua: melindungi permukaan benda kerja yang disayat dari korosi serta membantu proses pengambilan benda kerja, karena bagian yang panas telah didinginkan terlebih dahulu oleh cairan pendingin.

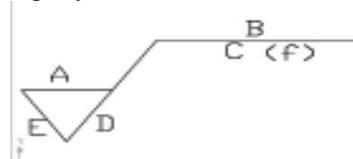
### 2.5 Baja Karbon

Baja (*Steel*) adalah suatu produk besi yang mengandung kadar karbon berkisar 1,7% yang disebut juga dengan baja karbon (*Carboon Steel*). Baja (*Steel*) mempunyai kandungan unsur lain tersebut berasal dari pengotoran bijih besi (misalnya belereng dan fosfor) yang biasanya kadarnya ditekan serendah mungkin. Sebagian lagi unsur yang di gunakan pada proses pembubutan besi/baja (misalnya silikon dan mangan) [3].

### 2.6 Kekasaran Permukaan

Kekasaran permukaan adalah suatu ketidakaturan konfigurasi serta penyimpangan karakteristik permukaan suatu benda kerja berupa guratan yang terlihat pada profil permukaan benda kerja. Kekasaran permukaan dapat diakibatkan oleh beberapa faktor yaitu; mekanisme parameter pemotongan, cacat pada material benda kerja dan kerusakan pada aliran geram, dan geometri serta dimensi pahat [4].

Berdasarkan penggunaan alat uji kekasaran permukaan benda kerja (*Mitutoyo Surfes SJ 210*) didefinisikan ke dalam beberapa parameter permukaan yang berhubungan dengan dimensi arah melintang dan arah tegak. Beberapa parameter arah tegak yaitu:



Keterangan

A : Nilai kekasaran permukaan (Ra) / tingkat kekasaran(N1 paling halus sampai dengan N12 paling kasar)

B : Cara pengerjaan, produksi, atau pelapisan

C : Panjang Sampel (contoh)

D : Arah bekas pengerjaan

E : Kelebihan ukuran yang diinginkan

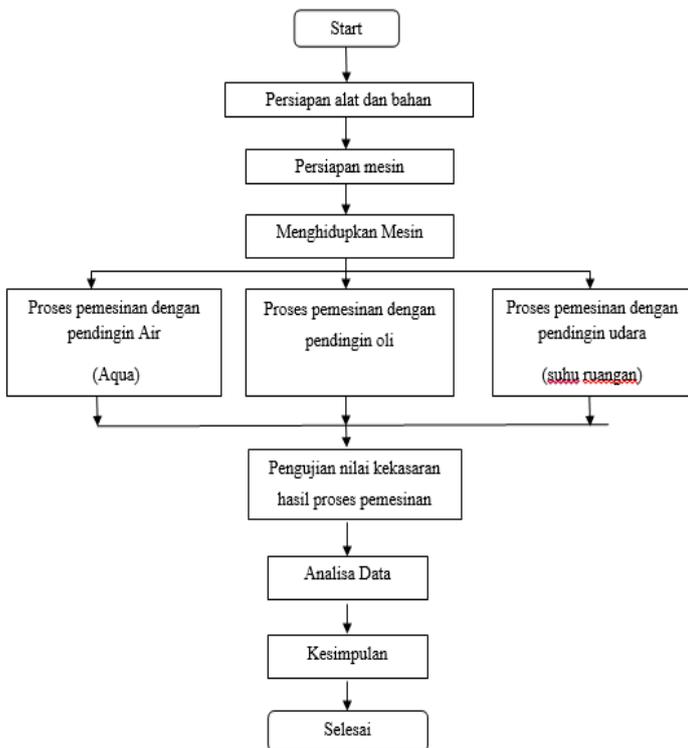
(f): Nilai kekasaran lainnya, jika dibutuhkan

### 2.7. Pengujian Struktur Mikro

Mikro struktur merupakan suatu bentuk permukaan susunan struktur yang terdapat pada material logam dengan ukuran yang kecil serta bentuk yang tidak beraturan, wujudnya berbeda-beda tergantung pada unsur dan proses yang dialami ketika proses pembentukan berlangsung.

## 3. Metode Penelitian

### 3.1 Alur Penelitian



### 3.2 Alat dan Bahan

#### 3.2.1 Alat Penelitian

Alat yang digunakan pada kegiatan penelitian ini yaitu:

- Mesin MILLING MIKRON WF 3 SA dengan spesifikasi sebagai berikut.

Tabel 1. Spesifikasi Mesin Milling Mikron WF 3 SA

Manufacturer	Micron
Type	WF 3 SA
Travel X Y Z	500-500-380 mm
Spindel taper	Iso 40

Spindle speed	50-2240
Table size	700X400mm
Weight	1650 kg

- Pahat jenis HSS (High Speed Steel)
- Alat ukur kekasaran permukaan benda kerja (Mitutoyo Surfrest SJ 210)

#### 3.2.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada kegiatan penelitian ini yaitu:

- Baja karbon WF 250 dengan spesifikasi sebagai berikut

Tabel 2. Spesifikasi Baja Karbon WF 250

Standart Sectional Dimension					Section Area A	Unit weight	Informative Reference					
Nominal Dimension	HXB	r1	r2	R			Geometrical Moment of inertia	Radius of gyration of area	Modulus of section			
mm	mm	mm	mm	mm	cm <sup>2</sup>	Kg/m	I <sub>x</sub>	I <sub>y</sub>	i <sub>x</sub>	i <sub>y</sub>	Z <sub>x</sub>	Z <sub>y</sub>
							cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm	cm	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>
250x250	250x250	9	14	16	92.18	72.40	10,800	3,650	10.80	6.29	867.00	292.00

- Pendingin yang dipakai adalah air mineral Aqua, Oli SAE 40, dan suhu udara ruangan.

### 3.3 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilakukan menggunakan dua tahap yaitu tahap pembuatan spesimen uji (proses pemesinan milling) dan tahap pengujian spesimen.

#### 3.3.1 Tahap Pembuatan Spesimen (Proses Pemesinan Milling)

Tahap pembuatan spesimen ini dilakukan dengan proses pemesinan milling benda kerja dengan melakukan proses face milling.

#### 3.3.2 Tahap Pengujian Spesimen

Tahap pengujian dilakukan dengan menggunakan alat ukur kekasaran benda kerja Mitutoyo Surfrest SJ 210 dan alat uji struktur mikro. Pengujian dilakukan pada bagian benda kerja yang telah mendapatkan proses pemesinan face milling.

## 4. Hasil dan Pembahasan

### 4.1 Pengujian Pengaruh Pendinginan Air, Udara, dan Oli Terhadap Nilai Kekasaran

Variabel yang dipakai pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

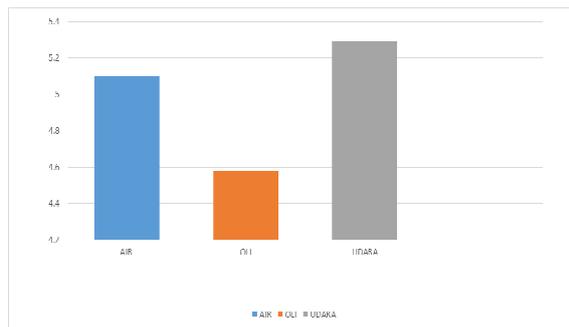
$$\begin{aligned}
 V_f &= 40 \text{ mm/min} \\
 n &= 200 \text{ Rpm} \\
 a &= 0.75 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

#### 4.1.1 Data Penelitian

Tabel 3. Data Hasil Pengujian Spesimen (Baja Karbon 250)

Jenis Pendingin	Rata-rata nilai kekasaran ( $\mu\text{m}$ )
Air	5,101
Udara	5,292
Oli	4,573

Dari Data Hasil Rata-rata nilai kekasaran dapat diplotkan menjadi grafik sebagai gambar berikut :



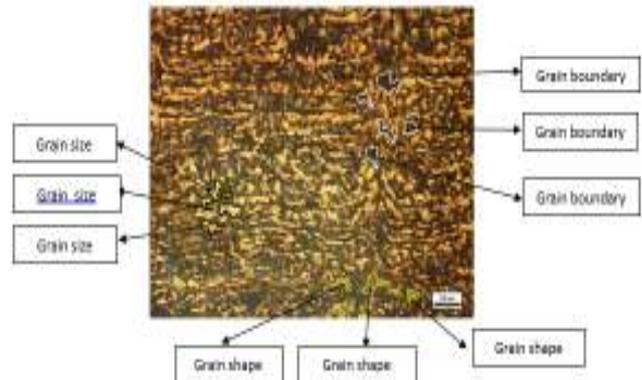
Gambar 3. Hubungan media pendingin terhadap nilai kekasaran

Dari data tabel, diagram batang, dan grafik di dapat hasil pada media pendingin air pada spesimen satu mempunyai nilai kekasaran  $5,107\mu\text{m}$  spesimen dua memiliki nilai kekasaran  $5,063\mu\text{m}$  dan pada spesimen tiga memiliki nilai kekasaran  $5,134\mu\text{m}$ . Pada media pendingin udara spesimen satu memiliki nilai kekasaran  $5,539\mu\text{m}$  pada spesimen dua memiliki nilai kekasaran  $5,553\mu\text{m}$  dan pada spesimen tiga memiliki nilai kekasaran  $4,784\mu\text{m}$ . Sedangkan pada media pendingin oli spesimen satu memiliki nilai kekasaran  $4,973\mu\text{m}$  pada spesimen dua memiliki nilai kekasaran  $4,223\mu\text{m}$  dan pada spesimen tiga memiliki nilai kekasaran  $4,523\mu\text{m}$ . Sehingga Rata-rata dari masing-masing spesimen menggunakan pendingin air, udara, dan oli di peroleh nilai kekasaran tertinggi terdapat pada media pendingin udara dengan nilai kekasaran  $5,101\mu\text{m}$  dan nilai kekasaran terendah terdapat pada media pendingin oli dengan nilai kekasaran  $4,223\mu\text{m}$ .

Gambar 3. Hubungan Nilai Kekasaran Pada Media Pendingin Air, Oli dan Udara menjelaskan bahwa media pendingin oli memiliki rata-rata nilai kekasaran terendah dibandingkan dengan air dan udara. Oli merupakan media pendingin terbaik pada proses milling baja karbon WF 250 karena oli pada tegangan permukaan akan menjadi jenis cairan permukaan aktif sehingga lebih mudah membasahi benda kerja dan daya lumasnya baik. Oli memiliki daya alir yang rendah sehingga panas benda kerja cepat berpindah pada oli.

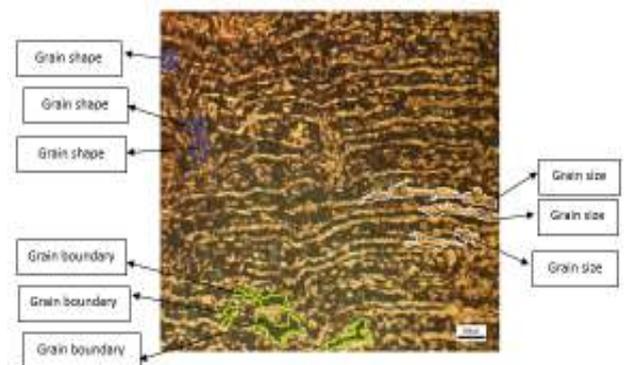
#### 4.2 Pengujian Struktur Mikro Hasil Uji Struktur Mmikro

1. Hasil pengujian struktur mikro pada baja karbon WF 250 pendingin air



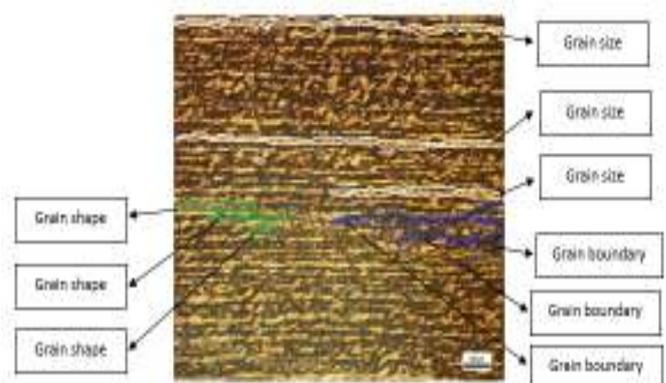
Gambar 4. Struktur mikro menggunakan pendingin air

2. Hasil pengujian struktur mikro pada baja karbon WF pendingin udara



Gambar 5. Struktur mikro menggunakan pendingin udara

3. Hasil pengujian struktur mikro pada baja karbon WF 250 pendingin oli



Gambar 6. Struktur mikro menggunakan pendingin oli

Dalam variasi ini dapat diketahui dari analisa struktur mikro bahwa pendinginan dengan tiga variasi yaitu air oli dan udara memiliki struktur mikro yang berbeda-beda dan dapat dilihat spesimen mana yang lebih bagus dengan melihat

hasil foto metalografi tersebut sehingga dapat dijelaskan bahwa material yang paling bagus yaitu dengan pendinginan oli, dapat dilihat dari *grain size*, *grain shape*, dan *grain boundary*. Pada oli memiliki struktur yang beraturan dan berpola dikarenakan pendinginannya terjadi secara konstan. Sedangkan pada air dan udara memiliki struktur dan pola yang sedikit tidak beraturan.

## 5. Kesimpulan

Pada media pendingin oli spesimen satu memiliki nilai kekasaran 4,973 pada spesimen dua memiliki nilai kekasaran 4,223 dan pada spesimen tiga memiliki nilai kekasaran 4,523.

Hasil uji struktur mikro penggunaan media pendingin oli lebih baik dsri pada penggunaan media pendingin air dan udara. Penggunaan media Pendingin oli menghasilkan struktur mikro dengan masing-masing bentuk butir (*grain shape*) dan ukuran butir (*grain size*) yang memanjang dengan batas butir (*grain boundary*) yang membatasi antara butir satu dengan butir yang lain.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Yanuar, H., Syarief, A., dan A. Kusairi, 2014, *Pengaruh Variasi Kecepatan Potong dan Kedalaman Pemakanan Terhadap kekasaran permukaan Dengan Berbagai Media Pendingin pada Proses Frais Konvensional*, Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Unlam, Vol.03 No.1, hal. 1 27-33.
- [2] Nugroho, T.U., Saputro, H., dan Y. Estriyanto, 2012, *Pengaruh Kecepatan Pemakanan dan Waktu Pemberian pendingin Terhadap Tingkat Keausan Cutter and Mill HSS Hasil Pemesinan CMC Milling pada Baja ST 40*, NOSEL, Vol. 1 No.1.
- [3] Misbachudin, 2011, *Analisa Kecepatan Potong Dan Tebal Pemakanan Pada Proses Frais Dan Spesimen Baja Karbon Dan Alumunium*, Banjarbaru: Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung Mangkurat.
- [4] Bimbing, 2005, *Standar Kekasaran Permukaan Bidang Pada yoke flange Menurut ISO R.1302 dan DIN 4768 dengan memperhatikan nilai ketidapasannya*.