



## PENGARUH MEDIA PENDINGIN (COOLANT) DAN GEOMETRI PAHAT POTONG TERHADAP TINGKAT KEKASARAN DAN MAKROSTRUKTUR PADA PEMBUBUTAN RATA MEMANJANG BAHAN BAJA EMS-45

Nurahmad Aprianto Jauhari<sup>1</sup>, Rahmat Doni Widodo<sup>1</sup>, Masugino<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Mesin, Univeritas Negeri Semarang

Email: joe.jawri@gmail.com

### INFO ARTIKEL

Sejarah Artikel:

Diterima 23 April 2023

Disetujui 28 April 2023

Dipublikasikan 30 Mei 2023

**Kata Kunci:** pembubutan, media pendingin, geometri pahat, tingkat kekasaran, foto makro struktur

### Abstrak

Baja EMS-45 merupakan jenis baja yang dapat dikategorikan sebagai baja dengan tingkat karbon sedang, yang sering diaplikasikan dalam bidang industri dalam berbagai bidang industri. Pembubutan merupakan suatu proses pembentukan sebuah benda kerja baik metal maupun non metal dengan cara mengurangi ukuran sebelumnya hingga menjadi ukuran yang ditentukan. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh penggunaan media pendingin dan geometri pahat pada proses pembubutan rata dan foto makro struktur. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen. Variasi yang digunakan yaitu tanpa diberikan media pendingin, oli SAE 20W50, oli dromus murni tanpa campuran air dan air dari keran, sedangkan variasi geometri pahatnya yaitu pahat A: sudut potong 10°, sudut bebas 8°, sudut buang 12°, pahat B: sudut potong 12°, sudut bebas 9°, sudut buang 15°, dan pahat C: sudut potong 13°, sudut bebas 10° dan sudut buang 20°. Setelah diberi perlakuan variasi pada proses pembubutan, selanjutnya dilakukan uji tingkat kekasaran permukaan dan foto makro struktur pada setiap spesimen. Analisis yang digunakan adalah statistik deskriptif. Hasil pengujian menghasilkan nilai kekasaran dan foto makro struktur. Nilai kekasaran paling rendah didapat pada spesimen ke 6 sebesar 3,18  $\mu\text{m}$  dengan tingkat kekasaran N7 dan nilai kekasaran paling tinggi didapat pada spesimen ke 11 sebesar 6,08  $\mu\text{m}$  dengan tingkat kekasaran N8. Foto makro struktur terlihat paling rapat yaitu pada spesimen ke 6 dan terlihat paling renggang yaitu pada spesimen 11. Jadi dapat disimpulkan bahwa tingkat kekasaran maksimal yang dapat diperoleh dari angka toleransi geometri pahat yaitu pada nilai tengahnya dan tanpa menggunakan media pendingin.

### Abstract

EMS-45 steel is a type of steel that can be categorized as medium carbon steel, which is often applied in various industrial fields. Turning is a process of forming a workpiece, both metal and non-metal, by reducing the previous size to a specified size. The purpose of this study was to determine the effect of using cooling media and tool geometry on the flat turning process and macro-structure photos. The method used is the experimental method. The variations used are without cooling medium, SAE 20W50 oil, pure dromus oil without a mixture of water and tap water, while the variations in tool geometry are tool A: cut angle 10°, free angle 8°, exhaust angle 12°, tool B: 12° cut angle, 9° free angle, 15° bevel angle, and tool C: 13° cut angle, 10° free angle and 20° bevel angle. After being treated with variations in the turning process, the surface roughness test and macro-structure photos of each specimen were carried out. The analysis used is descriptive statistics. The test results produce a roughness value and a macro photo of the structure. The lowest roughness value was obtained on the 6th specimen of 3.18  $\mu\text{m}$  with a roughness level of N7 and the highest roughness value was obtained on the 11th specimen of 6.08  $\mu\text{m}$  with a roughness level of N8. The macro photo of the structure looks the densest on the 6th specimen and looks the most tenuous on the 11th specimen. So it can be concluded that the maximum roughness level that can be obtained from the tolerance figure of the tool geometry is at the middle value and without using cooling media.

## 1. PENDAHULUAN

Bima dan Mahendra (2015), melakukan penelitian mengenai pengaruh kedalaman dan cairan pendingin terhadap kekasaran dan

kekerasan permukaan pada proses bubut rata. Spesimen yang digunakan yaitu baja silindris ST 60 sebanyak 9 buah. Hasil dari penelitian

ini yaitu diperoleh nilai kekasaran permukaan benda kerja paling tinggi yaitu 16,09  $\mu\text{m}$ , dan nilai kekerasan permukaan benda kerja paling tinggi yaitu 61 kg/mm, diperoleh dengan menggunakan jenis cairan pendingin (Cutting APX) dan kedalaman pemakanan 0,2 mm. Sedangkan nilai kekasaran permukaan benda kerja paling rendah yaitu 15,94  $\mu\text{m}$  dan nilai kekerasan permukaan benda kerja paling rendah yaitu 59,4 kg/mm<sup>2</sup> diperoleh dengan menggunakan jenis cairan pendingin (Dromus) dan kedalaman pemakanan 0,2 mm.

Yusri dan Asmed (2010), melakukan penelitian mengenai pengaruh parameter pemotongan terhadap kekasaran permukaan proses bubut untuk material ST 37. Spesimen yang digunakan yaitu baja silindris ST 37. Kesimpulan dari penelitian ini adalah hanya tingkat pemakanan yang secara signifikan mempengaruhi kekasaran permukaan.

Muktiwibowo, Sutikno dan Oerbandono (2014), melakukan penelitian mengenai pengaruh depth of cut dan variasi cutting fluid terhadap surface roughness aluminium 6061 hasil proses turning. Spesimen yang digunakan dalam penelitian ini yaitu benda kerja silindris aluminium 6061 dengan panjang 100 mm dan diameter 25 mm. Hasil dan kesimpulan yang didapat yaitu semakin besar depth of cut maka semakin besar nilai kekasaran yang didapat, namun penggunaan cutting fluid akan membantu menurunkan nilai kekasaran tersebut.

Wibowo (2010), melakukan penelitian

mengenai pengaruh variasi kecepatan putar spindle dan bahan pahat terhadap kehalusan permukaan baja EMS 45 pada mesin CNC TU-2A dengan program absolut. Spesimen yang digunakan dalam penelitian ini yaitu baja EMS 45 dengan diameter 25,4 mm dan panjang 80 mm sebanyak 12 buah. Hasil kesimpulan dari penelitian ini yaitu semakin tinggi kecepatan putar spindle kehalusan semakin meningkat.

Berdasarkan uraian di atas, maka penulis tertarik untuk meneliti pengaruh media pendingin (coolant) dan geometri pahat potong terhadap tingkat kekasaran dan makrostruktur pada pembubutan rata memanjang bahan baja EMS-45.

## 2. METODE PENELITIAN

### Alat dan bahan penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu meliputi perlengkapan K3 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja), mesin bubut konvensional, gerinda pahat duduk, jangka sorong, busur derajat, mesin uji kekasaran *surfcorder* SE300, dan alat uji foto makro *infinity* 2 pembesaran 200 kali. Bahan-bahan yang digunakan yaitu spesimen baja EMS-45 sebanyak 12 buah dengan ukuran panjang 80 mm dan diameter 1" ( $\text{\O}25$  mm) yang didapatkan di PT. Bhinneka Bajas Semarang dengan komposisi *carbon* 0,45 % *silicon* 0,23 % *mangan* 0,69% *phospor* 0,009 % *sulfur* 0,005 % *chromium* 0,05 % *nikel* 0,01 % *copper* 0,02 %, pahat HSS BOHLER ukuran  $\frac{3}{4}$  sebanyak 12 buah dibagi menjadi 3 variasi yang

masing-masing variasi terdiri dari 4 pahat (pahat A: sudut potong  $10^\circ$  sudut bebas  $8^\circ$  dan sudut buang  $12^\circ$ , pahat B: sudut potong  $12^\circ$  sudut bebas  $9^\circ$  dan sudut buang  $15^\circ$  dan pahat C: sudut potong  $13^\circ$  sudut bebas  $10^\circ$  dan sudut buang  $20^\circ$ ) dan media pendingin (air dari keran, oli SAE 20W50, oli dromus murni tanpa campuran air dan tanpa media pendingin).

Pembagian setiap variasi pada masing-masing spesimen yaitu diantaranya:

- a. Spesimen 1: Geometri pahat A + media pendingin air
- b. Spesimen 2: Geometri pahat A + media pendingin oli SAE 20W50
- c. Spesimen 3: Geometri pahat A + media pendingin oli dromus murni tanpa air
- d. Spesimen 4: Geometri pahat A + tanpa diberikan media pendingin
- e. Spesimen 5: Geometri pahat B + media pendingin air
- f. Spesimen 6: Geometri pahat B + media pendingin oli SAE 20W50
- g. Spesimen 7: Geometri pahat B + media pendingin oli dromus murni tanpa air
- h. Spesimen 8: Geometri pahat B + tanpa diberikan media pendingin
- i. Spesimen 9: Geometri pahat C + media pendingin air
- j. Spesimen 10: Geometri pahat C + media pendingin oli SAE 20W50
- k. Spesimen 11: Geometri pahat C + media pendingin oli dromus murni tanpa air
- l. Spesimen 12: Geometri pahat C + tanpa diberikan media pendingin

### **Proses penelitian**

#### 1. Perhitungan sebelum penelitian

Dengan sudah ditentukannya beberapa parameter pemotongan pada mesin bubut yang akan dipakai diantaranya yaitu kedalaman pemakanan 0,5 mm, kecepatan pemakanan 0,02 mm dan diameter benda kerja 25 mm, maka kecepatan putaran mesin yang digunakan dalam perlakuan pembubutan yang berorientasi pada finishing yaitu 1400 rpm.

Untuk parameter pembubutan lainnya diantaranya adalah alat potong pahat HSS Bohler ukuran  $3/8 \times 4$ , *setting* pahat disamakan semua, posisi pahat tegak lurus dengan toolpost, ujung pahat berada pada center atau titik pusat benda kerja, panjang pahat yang dikeluarkan dari *toolpost* yaitu sepanjang 2 dikali lebar pahat terhitung dari sisi luar *toolpost*. Setiap spesimen diuji tingkat kekasarnya dan foto makrostruktur, alat uji tingkat kekasaran menggunakan alat uji surfecorder SE300, dan alat uji foto makrostruktur menggunakan makro optik (*Infinity 2*) dengan pembesaran 200 kali.

#### 2. Data dan analisis data penelitian

Data penelitian diambil dari setiap spesimen yang sudah diberi perlakuan dan di uji dalam pengujian yang sudah dilaksanakan. Hasil pengujian nilainya dicatat dan dirangkum dalam sebuah tabel. Teknik analisis data dalam penelitian ini menggunakan statistik deskriptif. Hasil yang diperoleh dari setiap sampel dirangkum dan diklasifikasikan, selanjutnya

hasil tersebut disajikan dalam bentuk tabel dan grafik.

Tabel 1. Angka tingkat kekasaran (PEDC Bandung dalam Hasrin, 2013:5)

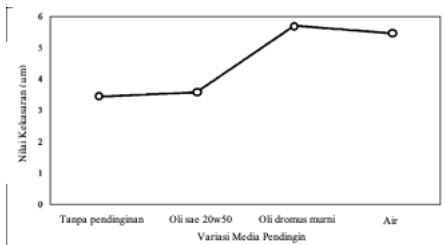
Metode Pengerjaan	Tingkat Kekasaran														
	Ra dalam $\mu\text{m}$														
	200	100	50	25	12,5	6,3	3,2	1,6	0,8	0,43	0,2	0,1	0,05	0,02	0,01
Pembubutan ( <i>turning</i> )															
Pengetaman ( <i>shapping</i> )															
Sekrap ( <i>scraping</i> )															
Frais permukaan ( <i>face milling</i> )															
Gerinda permukaan ( <i>face grinding</i> )															

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian nilai kekasaran yang sudah dilakukan menggunakan alat uji surface roughness tester surfcoorder se 300, maka didapatkan hasil berupa nilai kekasaran dari masing-masing spesimen seperti berikut ini.

Tabel 2. Rangkuman hasil uji kekasaran spesimen 1 sampai spesimen 4 menggunakan geometri pahat A

No.	Spesimen	Garis 1	Garis 2	Garis 3	Rata-Rata
		Nilai Kekasaran (Ra)			Kekasaran ( $\mu\text{m}$ )
1.	Spesimen 1	3,14	4,03	3,18	3,45
2.	Spesimen 2	3,28	3,57	3,94	3,59
3.	Spesimen 3	6,20	5,86	5,07	5,71
4.	Spesimen 4	5,85	5,46	5,10	5,47

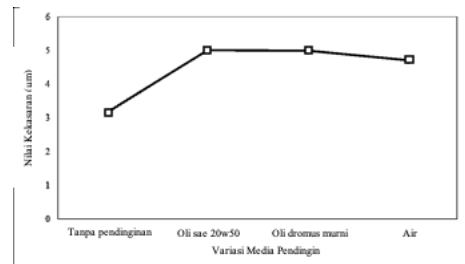


Gambar 1. Rangkuman hasil uji kekasaran spesimen 1 sampai spesimen 4 menggunakan geometri pahat A

Tabel 3. Rangkuman hasil uji kekasaran

spesimen 5 sampai spesimen 8 menggunakan geometri pahat B

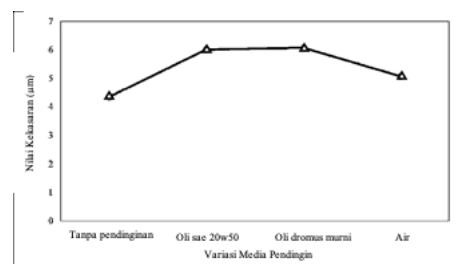
No.	Spesimen	Garis 1	Garis 2	Garis 3	Rata-Rata
		Nilai Kekasaran (Ra)			Kekasaran ( $\mu\text{m}$ )
1.	Spesimen 5	3,33	2,73	3,49	3,18
2.	Spesimen 6	5,13	5,50	4,44	5,02
3.	Spesimen 7	5,17	4,77	5,07	5,00
4.	Spesimen 8	5,17	4,35	4,65	4,72



Gambar 2. Rangkuman hasil uji kekasaran spesimen 5 sampai spesimen 8 menggunakan geometri pahat B

Tabel 4. Rangkuman hasil uji kekasaran spesimen 9 sampai spesimen 12 menggunakan geometri pahat C

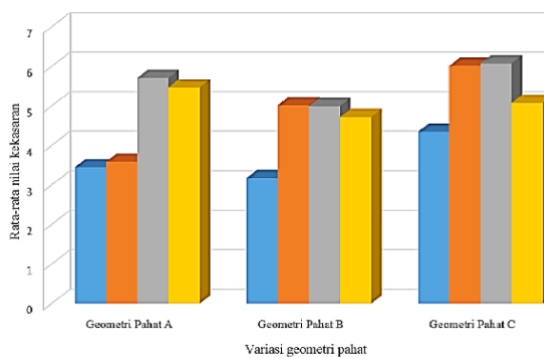
No.	Spesimen	Garis 1	Garis 2	Garis 3	Rata-Rata
		Nilai Kekasaran (Ra)			Kekasaran ( $\mu\text{m}$ )
1.	Spesimen 9	4,48	4,59	3,98	4,35
2.	Spesimen 10	6,04	6,49	5,53	6,02
3.	Spesimen 11	6,65	5,83	5,57	6,08
4.	Spesimen 12	5,32	5,64	4,29	5,08



Gambar 3. Rangkuman hasil uji kekasaran spesimen 9 sampai spesimen 12 menggunakan geometri pahat C

Tabel 5. Rangkuman data hasil penelitian permukaan kekasaran

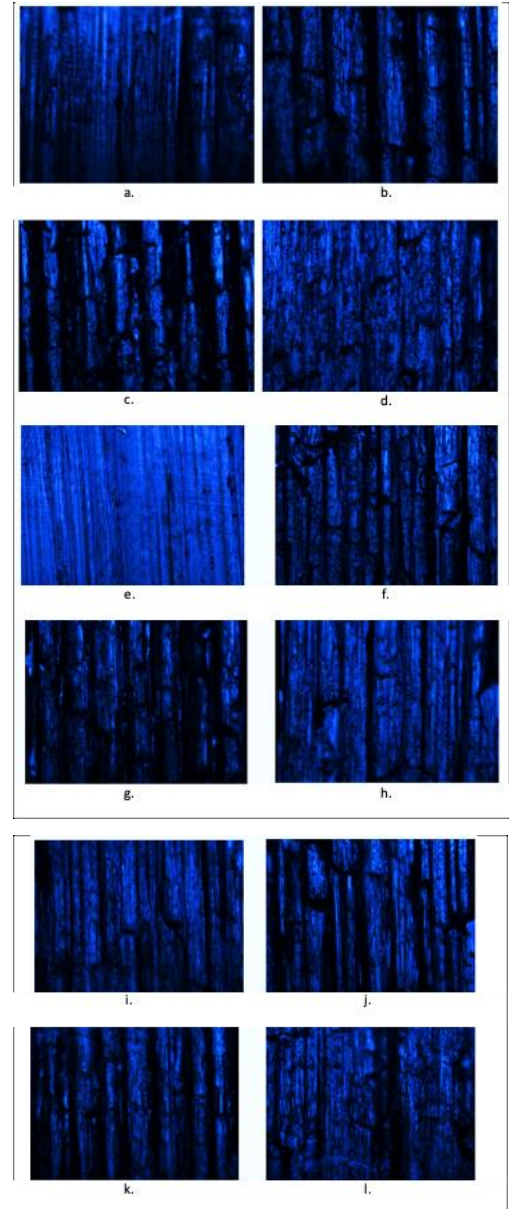
Geometri Pahat	Spesimen	Rata-Rata Nilai Kekasaran	Tingkat Kek
Geometri Pahat A Sudut potong 10° Sudut bebas 8° Sudut buang 12°	a. Spesimen 1	3,45 $\mu\text{m}$	N8
	b. Spesimen 2	3,59 $\mu\text{m}$	N8
	c. Spesimen 3	5,71 $\mu\text{m}$	N8
	d. Spesimen 4	5,47 $\mu\text{m}$	N8
Geometri Pahat B Sudut potong 12° Sudut bebas 9° Sudut buang 15°	a. Spesimen 5	3,18 $\mu\text{m}$	N7
	b. Spesimen 6	5,02 $\mu\text{m}$	N8
	c. Spesimen 7	5,00 $\mu\text{m}$	N8
	d. Spesimen 8	4,72 $\mu\text{m}$	N8
Geometri Pahat C Sudut potong 13° Sudut bebas 10° Sudut buang 20°	a. Spesimen 9	4,35 $\mu\text{m}$	N8
	b. Spesimen 10	6,02 $\mu\text{m}$	N8
	c. Spesimen 11	6,08 $\mu\text{m}$	N8
	d. Spesimen 12	5,08 $\mu\text{m}$	N8



Gambar 4. Rangkuman data hasil penelitian permukaan kekasaran

## 2. Hasil uji foto makrostruktur

Setelah dilakukan pengujian nilai kekasaran menggunakan surface roughness tester maka dilanjutkan dengan pengujian struktur makro menggunakan alat infinity 2 dengan hasil sebagai berikut:



Gambar 5. Hasil foto makro keseluruhan spesimen 1 hingga sampai spesimen 12

Pada pengujian makro menggunakan infinity 2 menghasilkan beberapa foto permukaan tiap spesimen yang berbeda, terlihat bahwa spesimen dengan perlakuan pembubutan menggunakan geometri pahat B dan tanpa diberikan variasi media pendingin justru menghasilkan guratan atau garis-garis yang kerapatannya lebih kecil atau halus dibandingkan dengan variasi yang lainnya.

## PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian yang telah

dilakukan, diperoleh data tingkat kekasaran pada dua belas spesimen yang diberi perlakuan pembubutan menggunakan tiga variasi geometri pahat dan empat variasi media pendingin. Data nilai kekasaran tersebut selanjutnya diklasifikasikan pada tingkat nilai kekasaran mulai dari N 1 sampai dengan N 12, data yang diperoleh termasuk kedalam klasifikasi tingkat nilai kekasaran yang rendah, sedang atau tinggi.

Beracuan pada Tabel 2, Tabel 3 dan Tabel 4, maka dapat diklasifikasikan hasil data nilai kekasaran yang diperoleh pada tingkat nilai kekasaran antara N 1 hingga N 12, maka dibuatlah Tabel 6 kekasaran berdasarkan data nilai kekasaran tersebut.

Tabel 6. Hasil uji kekasaran spesimen 1 sampai spesimen 12

No. Spesimen	Rata-Rata Nilai	Tingkat Kekasaran
Spesimen 1	5,45 $\mu\text{m}$	N 8
Spesimen 2	3,59 $\mu\text{m}$	N 8
Spesimen 3	5,71 $\mu\text{m}$	N 8
Spesimen 4	5,47 $\mu\text{m}$	N 8
Spesimen 5	4,72 $\mu\text{m}$	N 8
Spesimen 6	3,18 $\mu\text{m}$	N 7
Spesimen 7	5,02 $\mu\text{m}$	N 8
Spesimen 8	5,02 $\mu\text{m}$	N 8
Spesimen 9	5,08 $\mu\text{m}$	N 8
Spesimen 10	6,02 $\mu\text{m}$	N 8
Spesimen 11	4,35 $\mu\text{m}$	N 8
Spesimen 12	6,08 $\mu\text{m}$	N 8

Dari Tabel 6 dapat diketahui dari rata-rata kekasaran masing-masing spesimen hanya masuk pada rentang N7 hingga N8, hal ini dikarenakan hasil rata-rata kekasaran yang telah didapatkan tidak ada yang lebih rendah dari nilai kekasaran

(roughness value) N7 yaitu 1,6  $\mu\text{m}$  dan tidak ada yang lebih tinggi dari nilai kekasaran (roughness value) N9 yaitu 6,3  $\mu\text{m}$ .

Jadi, dalam penelitian ini pembubutan rata yang berorientasi pada pembubutan finishing, geometri sudut yang berpengaruh dan menghasilkan tingkat kekasaran paling baik N7 yaitu geometri pahat B dengan sudut potong  $12^\circ$ , sudut bebas  $9^\circ$ , sudut buang  $15^\circ$  dan untuk media pendingin justru tanpa diberikan pendinginan. Hal ini dikarenakan sudut pada geometri pahat B merupakan nilai tengah sudut yang diambil dari nilai sudut pada pahat rata kanan yang diijinkan sehingga menghasilkan kekasaran yang baik dari geometri sudut lainnya. Ketika sudut pahat yang digunakan terlalu lancip atau sudut terlalu kecil maka dalam penyayatan, bidang pahat yang bersentuhan dengan benda kerja juga kecil, sehingga ujung pahat yang bergesekan dengan benda kerja akan cepat tumpul maupun cepat aus yang kemudian mengakibatkan hasil kekasaran pada spesimen benda kerja kurang halus. Sedangkan jika sudut pahat yang digunakan terlalu tumpul atau sudut terlalu besar maka dalam penyayatan, bidang pahat yang bersentuhan dengan benda kerja juga besar, sehingga ujung pahat yang bergesekan dengan benda kerja tidak maksimal dalam penyayatannya, oleh karena itu mengakibatkan hasil kekasaran pada spesimen benda kerja tidak halus.

Sedangkan untuk variasi media pendingin, media pendingin oli SAE 20W50 menghasilkan nilai kekasaran yang baik. Namun apabila dibandingkan dengan tanpa media pendingin, justru hasil nilai kekasaran lebih baik tanpa menggunakan media pendingin, hal ini dikarenakan dalam pembubutan rata yang berorientasi pada pembubutan finishing jika diberikan media pendingin akan memperkeras benda kerja, yang ditimbulkan dari efek media pendingin yang diberikan pada ujung pahat yang bersinggungan dengan benda kerja merambat pada benda kerja dan memberikan efek mendinginkan benda kerja sehingga benda kerja menjadi lebih keras.

Nilai kekasaran hasil uji kekasaran diperkuat dengan hasil foto makro untuk melihat guratan atau garis sebelum dan setelah pembubutan rata yang berorientasi pada pembubutan finishing. Hasil foto makro menunjukkan guratan atau garis-garis paling halus terlihat pada nilai kekasaran paling rendah, yaitu perlakuan pembubutan rata menggunakan geometri pahat B (sudut potong  $12^\circ$ , sudut bebas  $9^\circ$ , sudut buang  $15^\circ$ ) dan tidak diberikan pendingin. Hasil foto makro menunjukkan guratan atau garis-garis paling kasar terlihat pada nilai kekasaran paling tinggi, yaitu pada perlakuan pembubutan rata menggunakan geometri pahat C (sudut potong  $13^\circ$ , sudut bebas  $10^\circ$ , sudut buang  $20^\circ$ ) dan media pendingin oli dromus murni tanpa campuran air. Dari hasil foto makro yang telah

dilakukan menghasilkan guratan atau garis-garis pada masing-masing spesimen setelah pembubutan yang tidak menunjukkan perbedaan terlalu jauh, karena nilai kekasaran yang dihasilkan tidak menunjukkan perubahan yang terlalu signifikan, masih dalam rentang klasifikasi nilai kekasaran.

#### **4. KESIMPULAN**

Media pendingin yang dipakai dalam proses pembubutan permukaan yang berorientasi pada pembubutan yang berorientasi pada finishing berpengaruh terhadap hasil kekasaran rata-rata yang diperoleh pada baja karbon sedang EMS-45. Hasil nilai kekasaran rata-rata terbaik pada penggunaan media pendingin yaitu pada penggunaan media pendingin oli SAE 20W50 dengan nilai rata-rata kekasaran  $3,59 \mu\text{m}$ , namun jika di bandingkan dengan tanpa menggunakan media pendingin justru tanpa diberikan media pendinginanlah yang terbaik yaitu dengan nilai kekasaran rata-rata  $3,18 \mu\text{m}$ . Besar geometri pahat yang dipakai dalam proses pembubutan permukaan berorientasi pada pembubutan finishing berpengaruh terhadap hasil kekasaran rata-rata yang diperoleh pada baja karbon sedang EMS-45. Hasil nilai kekasaran rata-rata terbaik pada penggunaan geometri pahat yang diberikan perlakuan variasi media pendingin yaitu pada penggunaan geometri pahat A (sudut potong  $10^\circ$ , sudut bebas  $8^\circ$ , sudut buang  $12^\circ$ ) dengan nilai rata-rata kekasaran  $3,59 \mu\text{m}$ , namun jika di

bandingkan dengan geometri pahat yang tanpa menggunakan media pendingin justru geometri pahat B (sudut potong  $12^\circ$ , sudut bebas  $9^\circ$ , sudut buang  $15^\circ$ ) lah yang terbaik yaitu dengan nilai kekasaran rata-rata  $3,18 \mu\text{m}$ . Media pendingin yang divariasikan ternyata berpengaruh terhadap makrostruktur pada baja EMS-45 yang diberikan perlakuan pembubutan rata. Hasil foto makrostruktur terbaik pada penggunaan media pendingin yaitu pada penggunaan media pendingin oli SAE 20W50 dengan ditunjukkannya guratan-guratan atau garis-garis dengan celah kerapatan antara satu guratan atau goresan dengan guratan atau goresan yang lainnya terlihat sedikit, namun jika di bandingkan dengan tanpa menggunakan media pendingin justru tanpa diberikan media pendinginlah yang terbaik yaitu ditunjukkannya guratan-guratan atau garis-garis dengan celah kerapatan antara satu guratan atau goresan dengan guratan atau goresan yang lainnya terlihat lebih rapat dari pada yang menggunakan media pendingin. Geometri pahat yang divariasikan dalam hal ini pun berpengaruh terhadap makrostruktur pada baja EMS-45 yang diberikan perlakuan pembubutan rata berorientasi pada pembubutan finishing. Hasil foto makrostruktur terbaik pada penggunaan geometri pahat yang diberikan perlakuan variasi media pendingin yaitu pada penggunaan geometri pahat A (sudut potong  $10^\circ$ , sudut bebas  $8^\circ$ , sudut buang

$12^\circ$ ) dengan ditunjukkannya guratan-guratan atau garis-garis dengan celah kerapatan antara satu guratan atau goresan dengan guratan atau goresan yang lainnya terlihat sedikit, namun jika di bandingkan dengan geometri pahat yang tanpa menggunakan variasi media pendingin justru tanpa diberikan variasi media pendinginlah yang terbaik yaitu ditunjukkannya guratan-guratan atau garis-garis dengan celah kerapatan antara satu guratan atau goresan dengan guratan atau goresan yang lainnya terlihat lebih rapat dari pada yang menggunakan media pendingin.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- Aditya S., Bima dan Arya, Mahendra S. S.T, M.T. 2015. Pengaruh Kedalaman dan Cairan Pendingin Terhadap Kekasaran dan Kekerasan Permukaan Pada Proses Bubut Rata. Universitas Negeri Surabaya.
- Hasrin. (2013). Pengaruh Tebal Pemakanan dan Kecepatan Potong Pada Pembubutan Kering Menggunakan Pahat Karbida Terhadap Kekasaran Permukaan Material ST-60. Politeknik Negeri Lhoksumawe.
- Mura Yusri dan Asmed. 2010. Pengaruh Parameter Pemotongan Terhadap Kekasaran Permukaan Proses Bubut Untuk Material ST37. Politeknik Negeri Padang.
- Oerbandono Tjuk, Satrio Muktiwibowo dan Endi Sutikno. 2014. Pengaruh Depth Of Cut dan Variasi Cutting Fluid Terhadap Surface Roughness Aluminium 6061 Hasil Proses Turning. Universitas



Brawijaya Malang.

Wibowo Aji. 2010. Pengaruh Variasi Kecepatan Putar Spindel Dan Bahan

Pahat Terhadap Kehalusan Permukaan Baja Ems 45 Pada Mesin Cnc Tu-2a Dengan Program Absolut. Surakarta. USMS.