

PENINGKATAN KAPASITAS PELEPASAN LOGAM PEMBUBUTAN PADA PAHAT YANG DIPERLAKUKAN *HEAT TREATMENT*

Agus Wibowo*

Abstraksi

Kapasitas pelepasan logam dan umur pahat sangat mempengaruhi biaya yang dikeluarkan untuk untuk produksi dalam proses pembubutan. Pada penelitian ini akan dikaji seberapa besar peningkatan kapasitas pembubutan logam rata-rata dari mata pahat terbaik yang telah dikenai *heat treatment* dibanding dengan pahat biasa dan proses *heat treatment* dengan lama pemanasan yang bagaimana yang menghasilkan peningkatan kapasitas pembubutan logam rata-rata yang paling maksimal.

Tujuan dari penelitian adalah mendapatkan peningkatan kapasitas pembubutan logam rata-rata dari mata pahat yang telah dikenai *heat treatment* dan memperoleh waktu terbaik dari proses *heat treatment* yang menghasilkan peningkatan kapasitas pembubutan logam rata-rata yang paling maksimal.

Dari hasil penelitian didapat besar peningkatan kapasitas pembubutan logam rata-rata dari mata pahat terbaik pada pahat dengan kode pahat A5. Proses *heat treatment* yang menghasilkan peningkatan kapasitas pembubutan logam rata-rata yang paling maksimal adalah *flame hardening statis* dengan cara lama pemanasan 60 detik jeda waktu pencelupan 5 detik dan lama pencelupan dengan air 600 detik.

Kata Kunci : Kapasitas Pelepasan Logam, Umur Pahat, *Heat Treatment*

PENDAHULUAN

Pada proses produksi dengan menggunakan mesin bubut, kapasitas pelepasan logam yang besar dikaitkan dengan umur pahat akan sangat membantu terhadap peningkatan efisiensi biaya produksi pada proses pengerjaan logam dengan mesin bubut.

Biaya produksi akan meningkat jika kapasitas pelepasan logam kecil karena umur pahat yang pendek. Umur pahat yang pendek mengakibatkan waktu dan tenaga kerja operator bubut tidak efektif. Waktu dan tenaga operator seringkali digunakan untuk mengasah pahat dengan proses pemasangan dan pencopotan pahat disamping itu juga penggunaan mesin gerinda yang terlalu sering menyebabkan cost untuk listrik juga bertambah.

Dengan adanya *heat treatment* pada mata pahat diharapkan pahat lebih awet dan meningkatkan umur pahat sehingga dapat meningkatkan kapasitas pelepasan logam. Dengan demikian akan meningkatkan kapasitas pelepasan logam, dan waktu serta tenaga operator bubut diharapkan lebih efektif yang akan beimbans pada penurunan cost produksi.

KAJIAN PUSTAKA

Pada Jurnal Teknik Mesin Universitas Kristen Petra memuat laporan hasil penelitian (Hendri Budiman dan Richard, 2007) dengan judul "Analisis Umur dan Keausan Pahat Karbida untuk Membubut Baja Paduan (ASSAB 760) dengan Metode *Variable Speed Machining Test*" dengan hasil penelitian, umur pahat untuk kecepatan rendah lebih lama dibandingkan umur pahat pada kecepatan tinggi.

* Dosen Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Pancasakti Tegal

Penelitian ” Pengaruh Parameter Potong dan Geometri Pahat Terhadap Kekerasan Permukaan pada Proses Bubut” oleh (Ninuk Jonoadji dan Joni Dewanto, 1999) dilaporkan bahwa gerak pemakanan memberikan pengaruh yang paling besar dan kecepatan pemotongan memberikan pengaruh paling kecil terhadap kekasaran permukaan.

Annealing pada pahat HSS berpengaruh terhadap kekerasan dimana kekerasan awal akan menurun setelah dikenai *annealing*. Ditulis (Bibit Sugito, 2005) setelah melakukan penelitian dengan judul ”Pengaruh *Annealing* terhadap Sifat Fisik dan Mekanis Pahat HSS dengan Unsur Paduan Utama *Crom*” yang diterbitkan pada jurnal Media Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.

(Bambang Priambodo:1993) menjelaskan bentuk serpihan pada pembubutan terdapat 3 (tiga) macam yaitu: pertama, serpihan tidak kontinu atau terputus-putus. Jenis yang kedua bentuknya secara kontinu dan meluncur dipermukaan pahat tanpa retak, serpihan jenis ini timbul pada kecepatan potongan tinggi dan agak sering kalau pemotongan dilakukan dengan pahat karbida. Karena sederhanaannya, serpihan ini dapat dianalisa dari sudut pandangan gaya yang tercakup. Serpihan jenis ketiga adalah ciri serpihan yang dimesin dari bahan ulet yang mempunyai angka gesekan agak tinggi. Dengan starnya pahat untuk memotong beberapa bahan, karena angka gesekannya yang tinggi, tertegak didepan tepi pemotongan. Setelah terjadi pemotongan, maka serpihan mengalir di atas tepi ini dan naik di sepanjang permukaan pahat

METODOLOGI

Metode penelitian dilakukan dengan variabel independent berupa lama pemanasan pada mata pahat dengan proses *heat treatment* menggunakan *flame hardening* statis dengan variabel dependen kecepatan pembubutan, panjang pembubutan dan dalam pembututan pada proses pemakanan logam.

Pengujian yang digunakan adalah menggunakan pengujian keausan pahat. Cara yang digunakan adalah pahat dibubutkan pada logam dan pahat yang sudah digunakan diukur untuk memperoleh keausan rata-rata. Untuk mendapatkan kapasitas pelepasan pembubutan dihitung dari perbandingan antara volume logam yang telah dibubut dan keausan rata-rata mata pahat. Angka yang paling besar menunjukkan proses *heat treatment* yang paling baik.

Perlakuan panas menggunakan *flame hardening* dengan jenis statis. Media pendingin menggunakan air. Selang waktu pemanasan dengan pencelupan air pendingin 5 detik dengan lama pencelupan mata pahat pada air 600 detik. Jenis pahat yang digunakan adalah pahat HSS. Panjang benda kerja yang dibubut 80 mm dengan kedalaman pemakanan 1 mm dan sudut pahat 15⁰. Logam yang dibubut berupa logam bulat pejal dengan bahan baja galvanis yang banyak digunakan pada pembuatan poros pada bengkel-bengkel bubut. Pembubutan tiap pahat diuji dengan pemakanan tiga kali pengulangan dengan pengerjaan pertama waktu 90 detik dan

putaran 460 rpm dan pengerjaan kedua dengan waktu 140 detik dengan putaran 300 rpm dan pengerjaan ketiga dengan waktu 225 detik dengan putaran 190 rpm.

PEMBAHASAN

Data hasil pengujian.

Tabel 1. Data Perlakuan Panas Pada Mata Pahat

No	Kode Pahat	Waktu Pemanasan (detik)	Warna Pahat
1.	A1	Tidak dilakukan	-
2.	A2	15	Coklat Muda
3.	A3	30	Biru Tua
4.	A4	45	Merah Gelap
5.	A5	60	Merah
6.	A6	75	Merah Terang
7..	A7	90	Kuning Kemerahan
8.	A8	105	Putih

Data pengujian pahat 1 (A1), Panjang pahat mula-mula $L_o = (12,30) (12,36) (12,38)$ mm, Diameter benda kerja sebelum dibubut $d_o = 25,10$ mm

Tabel 2. Data Pahat 1 Yang Diujikan Dengan Pembubutan

No	Kode	(d) Diameter benda kerja (mm)	(L) Panjang pahat (mm)
1.	A1P1	23,00	(12,30) (12,32) (12,28)
2.	A1P2	20,90	(12,28) (12,30) (12,30)
3.	A1P3	19,00	(12,10) (12,26) (12,28)

Data pengujian pahat 2 (A2), Panjang pahat mula-mula $L_o = (13,40) (13,38) (13,40)$ mm, Diameter benda kerja sebelum dibubut $d_o = 25,30$ mm

Tabel 3. Data Pahat 2 Yang Diujikan Dengan Pembubutan

No	Kode	(d) Diameter benda kerja (mm)	(L) Panjang pahat (mm)
1.	A2P1	23,60	(13,34) (13,36) (13,36)
2.	A2P2	21,40	(13,32) (13,36) (13,30)
3.	A2P3	19,20	(13,28) (13,30) (13,30)

Data pengujian pahat 3 (A3), Panjang pahat mula-mula $L_o = (13,00) (13,00) (12,90)$ mm, Diameter benda kerja sebelum dibubut $d_o = 25,00$ mm

Tabel 4. Data Pahat 3 Yang Diujikan Dengan Pembubutan

No	Kode	(d) Diameter benda kerja (mm)	(L) Panjang pahat (mm)
1.	A3P1	23,20	(13,00) (13,00) (12,90)
2.	A3P2	21,50	(12,94) (12,98) (12,96)
3.	A3P3	19,30	(12,96) (12,92) (12,90)

Data pengujian pahat 4 (A4), Panjang pahat mula-mula $L_o = (12,10) (12,10) (12,90)$ mm,
Diameter benda kerja sebelum dibubut $d_o = 24,80$ mm

Tabel 5. Data Pahat 4 Yang Diujikan Dengan Pembubutan

No	Kode	(d) Diameter benda kerja (mm)	(L) Panjang pahat (mm)
1.	A4P1	23,00	(12,00) (12,02) (12,00)
2.	A4P2	20,00	(12,00) (12,00) (12,00)
3.	A4P3	18,74	(12,00) (11,96) (11,98)

Data pengujian pahat 5 (A5), Panjang pahat mula-mula $L_o = (12,50) (12,50) (12,50)$ mm,
Diameter benda kerja sebelum dibubut $d_o = 24,90$ mm

Tabel 6. Data Pahat 5 Yang Diujikan Dengan Pembubutan

No	Kode	(d) Diameter benda kerja (mm)	(L) Panjang pahat (mm)
1.	A5P1	23,73	(12,50) (12,50) (12,50)
2.	A5P2	21,50	(12,50) (12,50) (12,50)
3.	A5P3	19,30	(12,50) (12,48) (12,60)

Data pengujian pahat 6 (A6), Panjang pahat mula-mula $L_o = (12,40) (12,48) (12,42)$ mm,
Diameter benda kerja sebelum dibubut $d_o = 24,90$ mm

Tabel 7. Data Pahat 6 Yang Diujikan Dengan Pembubutan

No	Kode	(d) Diameter benda kerja (mm)	(L) Panjang pahat (mm)
1.	A6P1	22,00	(12,40) (12,42) (12,40)
2.	A6P2	20,20	(12,40) (12,40) (12,38)
3.	A6P3	18,28	(12,38) (12,36) (12,38)

Data pengujian pahat 7 (A7), Panjang pahat mula-mula $L_o = (13,10) (13,10) (13,12)$ mm,
Diameter benda kerja sebelum dibubut $d_o = 25,30$ mm

Tabel 8. Data Pahat 7 Yang Diujikan Dengan Pembubutan

No	Kode	(d) Diameter benda kerja (mm)	(L) Panjang pahat (mm)
1.	A7P1	23,40	(13,00) (13,02) (13,02)
2.	A7P2	21,10	(12,90) (13,00) (13,00)
3.	A7P3	19,00	(12,98) (12,96) (12,98)

Data pengujian pahat 8 (A8), Panjang pahat mula-mula $L_o = (11,90) (11,80) (11,70)$ mm,
Diameter benda kerja sebelum dibubut $d_o = 24,72$ mm

Tabel 9. Data Pahat 8 Yang Diujikan Dengan Pembubutan

No	Kode	(d) Diameter benda kerja (mm)	(L) Panjang pahat (mm)
1.	A8P1	22,76	(11,60) (12,62) (11,64)
2.	A8P2	20,60	(11,60) (11,59) (11,58)
3.	A8P3	18,30	(11,58) (11,50) (11,56)

Rata-rata panjang aus pada pahat (d L)

$$\text{Pahat 1, } L_oA1 = \frac{12,30+12,36+12,38}{3} = 12,35 \text{ mm, } LA1U3 = \frac{12,10+12,36+12,38}{3} = 12,21 \text{ mm}$$

$$\text{Rata-rata panjang aus pahat 1, } d LA1 = L_oA1 - LA1U = 12,35 - 12,21 = 0,14 \text{ mm}$$

$$\text{Pahat 2, } L_oA2 = \frac{13,40+13,38+13,40}{3} = 13,39 \text{ mm, } LA2U3 = \frac{13,28+13,30+13,30}{3} = 13,29 \text{ mm}$$

$$\text{Rata-rata panjang aus pahat 2, } d LA2 = L_oA2 - LA2U3 = 13,39 - 13,29 = 0,10 \text{ mm}$$

$$\text{Pahat 3, } L_oA3 = \frac{12,30+12,36+12,38}{3} = 12,35 \text{ mm, } LA3U3 = \frac{13,00+13,00+12,98}{3} = 12,93 \text{ mm}$$

$$\text{Rata-rata panjang aus pahat 3, } d LA3 = L_oA3 - LA3U3 = 12,99 - 12,93 = 0,06 \text{ mm}$$

$$\text{Pahat 4, } L_oA4 = \frac{12,10+12,10+12,00}{3} = 12,07 \text{ mm, } LA4U3 = \frac{12,00+11,96+11,90}{3} = 11,98 \text{ mm}$$

$$\text{Rata-rata panjang aus pahat 4, } d LA4 = L_oA4 - LA4U3 = 12,07 - 11,98 = 0,09 \text{ mm}$$

$$\text{Pahat 5, } L_oA5 = \frac{12,50+12,50+12,50}{3} = 12,50 \text{ mm, } LA5U3 = \frac{12,50+12,48+12,50}{3} = 12,49 \text{ mm}$$

$$\text{Rata-rata panjang aus pahat 5, } d LA5 = L_oA5 - LA5U3 = 12,50 - 12,49 = 0,01 \text{ mm}$$

$$\text{Pahat 6, } L_oA6 = \frac{12,40+12,48+12,42}{3} = 12,43 \text{ mm, } LA6U3 = \frac{12,38+12,36+12,38}{3} = 12,37 \text{ mm}$$

$$\text{Rata-rata panjang aus pahat 6, } d LA6 = L_oA6 - LA6U3 = 12,43 - 12,37 = 0,06 \text{ mm}$$

$$\text{Pahat 7, } L_oA7 = \frac{13,10+13,10+13,12}{3} = 13,11 \text{ mm, } LA7U3 = \frac{12,98+12,96+12,98}{3} = 12,97 \text{ mm}$$

$$\text{Rata-rata panjang aus pahat 7, } d LA7 = L_oA7 - LA7U3 = 13,11 - 12,97 = 0,14 \text{ mm}$$

$$\text{Pahat 8, } L_oA8 = \frac{11,70+11,80+11,70}{3} = 11,73 \text{ mm, } LA8U3 = \frac{11,58+11,50+11,56}{3} = 11,55 \text{ mm}$$

$$\text{Rata-rata panjang aus pahat 8, } d LA8 = L_oA8 - LA8U3 = 11,73 - 11,55 = 0,18 \text{ mm}$$

Total waktu pembubutan merupakan total dari tiga kali pegujian.

$$t_{tot} = tU1 + tU2 + tU3 = 90 + 140 + 225 = 455 \text{ detik} = 0,13 \text{ jam}$$

Rata-rata kecepatan keausan pahat

$$\text{Pahat 1, } vA1 = \frac{dLA1}{t_{tot}} = \frac{0,14}{0,13} = 1,08 \text{ mm/jam}$$

$$\text{Pahat 2, } vA2 = \frac{dLA2}{t_{tot}} = \frac{0,10}{0,13} = 0,77 \text{ mm/jam}$$

$$\text{Pahat 3, } v_{A3} = \frac{d_{LA3}}{t_{tot}} = \frac{0,06}{0,13} = 0,46 \text{ mm/jam}$$

$$\text{Pahat 4, } v_{A4} = \frac{d_{LA4}}{t_{tot}} = \frac{0,09}{0,13} = 0,69 \text{ mm/jam}$$

$$\text{Pahat 5, } v_{A5} = \frac{d_{LA5}}{t_{tot}} = \frac{0,01}{0,13} = 0,08 \text{ mm/jam}$$

$$\text{Pahat 6, } v_{A6} = \frac{d_{LA6}}{t_{tot}} = \frac{0,06}{0,13} = 0,46 \text{ mm/jam}$$

$$\text{Pahat 7, } v_{A7} = \frac{d_{LA7}}{t_{tot}} = \frac{0,14}{0,13} = 1,08 \text{ mm/jam}$$

$$\text{Pahat 8, } v_{A8} = \frac{d_{LA8}}{t_{tot}} = \frac{0,18}{0,13} = 1,38 \text{ mm/jam}$$

Rata-rata masa pakai pahat pahat HSS dianggap tidak efektif jika telah mengalami keausan 1,58 mm (Bambang Priambodo:1993), sehingga rata-rata masa pakai pahat dapat diperoleh dengan pendekatan panjang keausan maksimal pahat dibagi dengan rata-rata kecepatan keausan.

$$\text{Pahat 1, } t_{mp1} = \frac{1,58}{v_{A1}} = \frac{1,58}{1,08} = 1,46 \text{ jam}$$

$$\text{Pahat 2, } t_{mp2} = \frac{1,58}{v_{A2}} = \frac{1,58}{0,77} = 2,05 \text{ jam}$$

$$\text{Pahat 3, } t_{mp3} = \frac{1,58}{v_{A3}} = \frac{1,58}{0,46} = 3,43 \text{ jam}$$

$$\text{Pahat 4, } t_{mp4} = \frac{1,58}{v_{A4}} = \frac{1,58}{0,69} = 2,28 \text{ jam}$$

$$\text{Pahat 5, } t_{mp5} = \frac{1,58}{v_{A5}} = \frac{1,58}{0,08} = 19,75 \text{ jam}$$

$$\text{Pahat 6, } t_{mp6} = \frac{1,58}{v_{A6}} = \frac{1,58}{0,46} = 3,43 \text{ jam}$$

$$\text{Pahat 7, } t_{mp7} = \frac{1,58}{v_{A7}} = \frac{1,58}{1,08} = 1,46 \text{ jam}$$

$$\text{Pahat 8, } t_{mp8} = \frac{1,58}{v_{A8}} = \frac{1,58}{1,38} = 1,14 \text{ jam}$$

Kapasitas pelepasan logam kapasitas pelepasan logam dihitung dengan menghitung volume logam yang terkelupas selama umur pahat. Untuk menghitung volume pembubutan (V_p) didapat dari volume awal benda kerja (V_a) dikurangi volume akhir benda kerja setelah dibubut

(Vi). Dengan benda berbentuk silinder bulat pejal yang mempunyai (L) panjang pembubutan 80 mm.

$$\text{Pahat 1, } V_a = p r a^2 L = 3,14 \times 12,55^2 \times 80 = 39564,63 \text{ mm}^3, \quad V_i = p r i^2 L = 3,14 \times 9,5^2 \times 80 = 22670,8 \text{ mm}^3$$

$$V_{p1} = 39564,63 - 22670,8 = 16.893,83 \text{ mm}^3$$

$$Q_1 = 16.893,83 \text{ mm}^3 / 0,13 \text{ jam} = 129.952,54 \text{ mm}^3 / \text{jam}$$

$$\text{Kapasitas pelepasan logam pahat 1} = 129.952,54 \text{ mm}^3 / \text{jam} \times 1,46 \text{ jam} = 189.730,71 \text{ mm}^3$$

$$\text{Pahat 2, } V_a = p r a^2 L = 3,14 \times 12,65^2 \times 80 = 40197,65 \text{ mm}^3, \quad V_i = p r i^2 L = 3,14 \times 9,6^2 \times 80 = 23150,59 \text{ mm}^3$$

$$V_{p2} = 40197,65 - 23150,59 = 17.047,06 \text{ mm}^3$$

$$Q_2 = 17.047,06 \text{ mm}^3 / 0,13 \text{ jam} = 131.131,23 \text{ mm}^3 / \text{jam}$$

$$\text{Kapasitas pelepasan logam pahat 2} = 131.131,23 \text{ mm}^3 / \text{jam} \times 2,05 \text{ jam} = 268.819,02 \text{ mm}^3$$

$$\text{Pahat 3, } V_a = p r a^2 L = 3,14 \times 12,50^2 \times 80 = 39.250,00 \text{ mm}^3, \quad V_i = p r i^2 L = 3,14 \times 9,5^2 \times 80 = 22670,8 \text{ mm}^3$$

$$V_{p3} = 39.250,00 - 22.670,8 = 16.579,2 \text{ mm}^3$$

$$Q_3 = 16.579,2 \text{ mm}^3 / 0,13 \text{ jam} = 127.532,31 \text{ mm}^3 / \text{jam}$$

$$\text{Kapasitas pelepasan logam pahat 3} = 127.532,31 \text{ mm}^3 / \text{jam} \times 3,43 \text{ jam} = 437.435,82 \text{ mm}^3$$

$$\text{Pahat 4, } V_a = p r a^2 L = 3,14 \times 12,4^2 \times 80 = 38.624,51 \text{ mm}^3, \quad V_i = p r i^2 L = 3,14 \times 9,6^2 \times 80 = 23.150,59 \text{ mm}^3$$

$$V_{p4} = 38.624,51 - 23.150,59 = 15.473,92 \text{ mm}^3$$

$$Q_4 = 15.473,92 \text{ mm}^3 / 0,13 \text{ jam} = 119.030,15 \text{ mm}^3 / \text{jam}$$

$$\text{Kapasitas pelepasan logam pahat 4} = 119.030,15 \text{ mm}^3 / \text{jam} \times 2,28 \text{ jam} = 271.388,74 \text{ mm}^3$$

$$\text{Pahat 5, } V_a = p r a^2 L = 3,14 \times 12,45^2 \times 80 = 38.936,63 \text{ mm}^3, \quad V_i = p r i^2 L = 3,14 \times 9,65^2 \times 80 = 23.392,37 \text{ mm}^3$$

$$V_{p5} = 38.936,63 - 23.392,37 = 15544,26 \text{ mm}^3$$

$$Q_5 = 15544,26 \text{ mm}^3 / 0,13 \text{ jam} = 119.571,23 \text{ mm}^3 / \text{jam}$$

$$\text{Kapasitas pelepasan logam pahat 5} = 119.571,23 \text{ mm}^3 / \text{jam} \times 19,75 \text{ jam} = 2.361.531,79 \text{ mm}^3$$

$$\text{Pahat 6, } V_a = p r a^2 L = 3,14 \times 12,45^2 \times 80 = 38.936,63 \text{ mm}^3, \quad V_i = p r i^2 L = 3,14 \times 9,14^2 \times 80 = 20.985,15 \text{ mm}^3$$

$$V_{p6} = 38.936,63 - 20.985,15 = 17.951,48 \text{ mm}^3$$

$$Q_6 = 17.951,48 \text{ mm}^3 / 0,13 \text{ jam} = 138.088,31 \text{ mm}^3 / \text{jam}$$

Kapasitas pelepasan logam pahat 6 = $38.088,31 \text{ mm}^3 / \text{jam} \times 3,43 \text{ jam} = 473.642,89 \text{ mm}^3$

Pahat 7, $V_a = p r a^2 L = 3,14 \times 12,65^2 \times 80 = 40.197,65 \text{ mm}^3$, $V_i = p r i^2 L = 3,14 \times 9,5^2 \times 80 = 22.670,8 \text{ mm}^3$

$V_{p7} = 40.197,65 - 22.670,8 = 17.526,85 \text{ mm}^3$

$Q_7 = 17.526,85 \text{ mm}^3 / 0,13 \text{ jam} = 134.821,92 \text{ mm}^3 / \text{jam}$

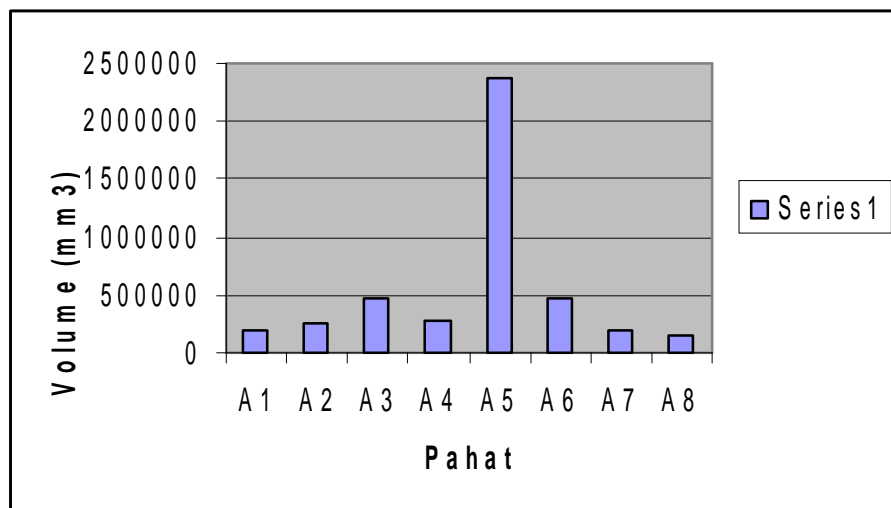
Kapasitas pelepasan logam pahat 7 = $138.088,31 \text{ mm}^3 / \text{jam} \times 1,46 \text{ jam} = 192.795,35 \text{ mm}^3$

Pahat 8, $V_a = p r a^2 L = 3,14 \times 12,36^2 \times 80 = 38.375,57 \text{ mm}^3$, $V_i = p r i^2 L = 3,14 \times 9,15^2 \times 80 = 21.031,01 \text{ mm}^3$

$V_{p8} = 38.375,57 - 21.031,01 = 17.344,56 \text{ mm}^3$

$Q_8 = 17.344,56 \text{ mm}^3 / 0,13 \text{ jam} = 133.419,69 \text{ mm}^3 / \text{jam}$

Kapasitas pelepasan logam pahat 8 = $138.088,31 \text{ mm}^3 / \text{jam} \times 1,14 \text{ jam} = 152.098,45 \text{ mm}^3$



Gambar 1. Volume Logam Yang Dilepas Pahat Pada Proses Pembubutan

SIMPULAN

Dari pembahasan dapat disimpulkan:

1. Pelepasan logam terbaik didapat pada pahat A5 dengan jumlah total volume logam yang dapat dikupas $2.361.531,79 \text{ mm}^2$.
2. Proses *heat treatment* yang menghasilkan peningkatan kapasitas pembubutan logam rata-rata yang paling maksimal adalah Flame hardening statis dengan cara lama pemanasan 60 detik jeda waktu pencelupan 5 detik dan lama pencelupan dengan air 600 detik.

DAFTAR PUSTAKA

Agus Sunarmanto, Bunasir, 1989, **Teknologi Mekanik**, IKIP Semarang Press, Semarang.

Bambang Priambodo, 1993, **Teknik Mekanik**, Erlangga, Jakarta.

Bambang Sucahyo, 1995, **Ilmu Logam**, Pustaka Mandiri, Surakarta.

Bibit Sugito, 2005, **Pengaruh Annealing Terhadap Sifat Fisik dan Mekanis Pahat HSS dengan Unsur Panduan Utama Crom**, Jurnal Media Mesin UMS Vol. 6 , Surakarta.

Endang K., 1985, **Perlakuan Panas**, Politeknik Mekanik Swiss, Bandung.

Hendri Budiman, Richard, 2007, **Analisis Umur dan Keausan Pahat Karbida untuk Membubut Baja Paduan (ASSAB 760) dengan Metode Variable Speed Machining Test**, Jurnal Teknik Mesin Universitas Kristen Petra Volume 9, Yogyakarta.

Ninuk Jonoaji, Joni Dewanto, 1999, **Pengaruh Parameter Potong dan Geometri Pahat terhadap Kekasaran Permukaan pada Proses Bubut**, Jurnal Teknik Mesin Universitas Kristen Petra Volume 1, Yogyakarta..

