

ANALISIS UMUR PAHAT HSS M2 UNTUK OPTIMASI PEMOTONGAN BAJA LUNAK PADA MESIN BUBUT

Paryono^{1)*}, Poedji Haryanto²⁾, Hariyanto³⁾, M.Showi Nailul Ulum⁴⁾

¹⁾²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾ Teknik Mesin, Politeknik Negeri Semarang, Jl. Prof. H. Soedarto S.H, Semarang
*E-mail: paryono356@gmail.com

Abstract

HSS (High Speed Steel) chisel is still widely used, because it is tough, easy to sharpen, cheap and easy to get. The machining process to produce machine components needs to be planned logically. The shape and geometry of the tool need to be selected, the cutting conditions V , f , and a determined to meet the objective of producing the required component. By installing an ammeter and voltmeter on a lathe, the amount of machining power, cutting power and then tool life can be determined by looking at the extreme increase in machining power, while the cutting time is recorded with a stop watch. This study aims to find the empirical constant of tool life HSS M2, tool life is determined based on the Taylor tool life formula which will then be used to determine the optimum cutting. The analysis involves machining variables, namely cutting speed (V_c) and tool wear based on the force criteria. This research is important for MSMEs in determining the cutting conditions when working on a lathe so that the cutting can be optimized by selecting the appropriate tool life. The process of cutting mild steel material on a lathe using an HSS M2 tool gets the optimum data at a cutting speed (V_c) of 29 m/min which results in a tool life of 388 minutes.

Keywords: *HSS M2 chisel, tool life, cutting speed, force criteria, optimum cutting*

Abstrak

Pahat HSS (High Speed Steel) sampai saat ini masih banyak digunakan, karena bersifat liat, mudah diasah, harga murah dan mudah didapat. Proses pemesinan untuk menghasilkan komponen mesin perlu direncanakan langkah pengerjaannya secara logis. Bentuk dan geometri pahat perlu dipilih, kondisi peotongan V , f , dan a ditentukan untuk memenuhi tujuan menghasilkan komponen sesuai yang diminta. Dengan memasang Ampermeter dan voltmeter pada mesin bubut dapat diketahui besarnya daya pemesinan, daya potong dan selanjutnya umur pahat dapat ditentukan dengan melihat kenaikan daya pemesinan yang ekstrim, sedangkan waktu pemotongan dicatat dengan jam henti. Pada penelitian ini bertujuan mencari konstanta empiris umur pahat HSS M2, umur pahat ditentukan berdasarkan rumus umur pahat Taylor yang selanjutnya akan digunakan untuk menentukan pemotongan yang optimum. Analisis melibatkan variable pemesinanya itu kecepatan potong (V_c) dan keausan pahat didasarkan pada kriteriagaya. Penelitian ini penting bagi UMKM dalam menentukan kondisi pemotongan pada saat bekertja pada mesin bubut agar pemotongan dapat optimum yaitu dengan memilih umur pahat yang sesuai. Proses pemotongan material baja lunak pada mesin bubut menggunakan pahat HSS M2 mendapatkan data optimum pada kecepatan potong (V_c) **29 m/menit** yang menghasilkan umur pahat 388 **menit**.

Kata kunci: *pahat HSS M2, umurpahat, kecepatanpotong, kriteriagaya, pemotongan optimum*

PENDAHULUAN

Pemakaian pahat HSS (high speed steel) pada industri kecil dan menengah sampai saat ini masih banyak digunakan. Selain *hot hardness* dan *recoveryhardness*-nya yang cukup tinggi juga karena murah, mudah didapat dan bila telah aus dapat diasah kembali. Dalam pemakaian untuk pemesinan pahat akan mengalami keausan. Keausan pada pahat akan mempengaruhi ketelitian dimensi, geometri dan kekasaran permukaan dari produk yang dimesin. Keausan pahat akan tumbuh dan membesar dengan bertambahnya waktu pemesinan sampai pada suatu saat pahat yang bersangkutan dianggap tidak dapat digunakan lagi karena telah ada tanda-tanda tertentu yang menunjukkan bahwa umur pahat telah habis.

Keausan merupakan faktor yang menentukan umur pahat maka “pertumbuhannya” perlu diperhatikan dengan memperhatikan faktor utama dari mekanisme keausan pahat. (Taufik Rochim , 1993). Untuk dapat memperhatikan pertumbuhan keausan bukan merupakan hal yang mudah, perlu metode untuk dapat mengamatinya dengan cara tidak langsung yaitu dengan memperhatikan efek dari pertumbuhan keausan yaitu dengan adanya kenaikan gaya potong yang terjadi.

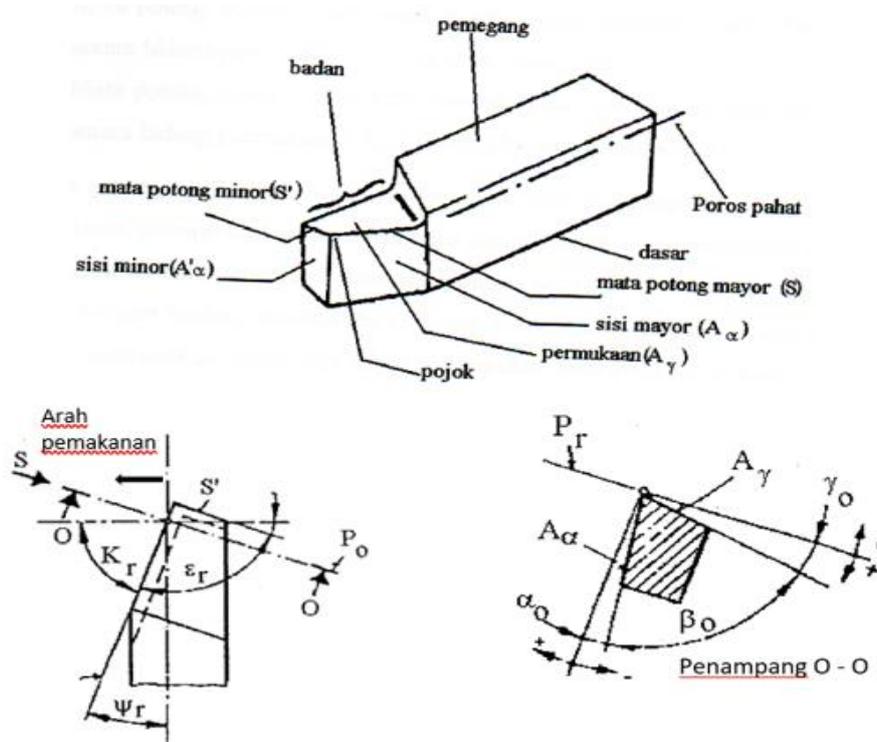
Salah satu faktor tolok ukur pertimbangan kualitas pahat adalah dilihat dari umur pemakaian (umur pahat), umur pahat biasa dikaitkan dengan umur pahat menurut *Taylor* dengan mengikutkan nilai-nilai variabel proses pemesinan terutama kecepatan potong (V_c).

Pada penelitian ini, bertujuan menentukan perkiraan umur pemakaian pahat HSS M2 dengan mencari konstanta empiris (n) dari umur pahat *Taylor*, umur pahat diukur menggunakan metode kriteria Gaya (kriteria Schlesinger), dengan variable kecepatan potong (V_c). Umur pahat dianggap habis apabila terjadi kenaikan gaya potong secara ekstrem.

Dengan diketahui nilai n , maka dapat dilakukan perkiraan umur pahat yang selanjutnya dapat digunakan untuk optimasi pada proses pemotongan pada mesin bubut.

Geometri Pahat

Geometri pahat berpengaruh pada optimasi kondisi pemotongan, sehingga geometri pahat pun perlu mencapai bentuk yang optimum, untuk memahami geometri pahat pertama tama harus dibedakan tiga hal utama yaitu :**bagianpahat, bidangpahat, dan matapotong pahat** seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Pahat Bubut HSS (Herman Jutz: 1985)

Sudut-sudut Pahat

Sudut –sudut yang terdapat pada mata potong pahat disebut sudut utama pahat (*basic tool angle*) dan disebut juga sebagai geometri pahat (*tool geometry*), sudut – sudu tersebut berdasarkan system referensi pahat seperti Gambar 1 adalah sebagai berikut:

- K_r = sudut potong mayor (tool cutting edge angle),
- ϵ_r = sudut ujung(tool include angle),
- Ψ_r = sudut potong samping (lead angle), $K_r + \Psi_r = 90^\circ$
- γ_o = sudut beram (tool clearance),
- α_o = sudut bebas(tool rake),
- β_o = sudut penampang (tool wedge angle) Jumlah sudut $\alpha_o + \beta_o + \gamma_o = 90^\circ$

Umur Pahat

Semakin bertambahnya waktu pemotongan keausan pahat akan naik atau membesar hingga pada suatu saat pahat yang bersangkutan dianggap tidak dapat digunakan lagi, atau dapat dikatakan umur pahat telah habis karena telah ada tanda-tanda tertentu.

Umur Pahat potong (*Cutting tool life*) adalah sesuatu yang penting untuk dipertimbangkan secara ekonomis dalam pemotongan logam. Pada pemotongan kasar (*roughing*) bermacam-macam sudut pahat (*tool angle*), kecepatan potong(*cutting speed*), dan pemakanan (*feed*)

selalu harus dipilih dengan tepat untuk mendapatkan umur pahat (*tool life*) yang ekonomis.

Umur pahat sangat ditentukan oleh tingkat keausan, maka pertumbuhan tingkat keausan perlu ditinjau dengan memperhatikan faktor utama yang dominan dari mekanisme keausan. Untuk mendapatkan umur pahat masih diperlukan percobaan pemesinan guna mendapatkan rumus umur pahat empirik. Rumus tersebut memegang peranan penting di dalam menentukan kondisi pemotongan optimum atau kondisi pemotongan paling baik ditinjau dari satu kriteria tertentu.

Kriteria umur pahat

Dengan meningkatnya tingkat keausan yang dialami, pahatan semakin kritis. Apabila pahat tersebut masih tetap digunakan maka pertumbuhan keausan akan semakin cepat dan pada saatnya nanti ujung pahat/mata potong pahat sama sekali akan rusak dan tidak dapat digunakan lagi. Kerusakan seperti ini dalam proses pemesinan tidak boleh sampai terjadi karena gaya potong akan semakin tinggi yang dapat berakibat rusaknya pahat, mesin perkakas, dan benda kerja serta dapat membahayakan operator yang menjalankan mesin. Salah satu kriteria umur pahat adalah kriteria gaya. Kriteria gaya / kriteria Schlesinger (*force criterion / Schlesinger criterion*), yaitu tool diperkirakan menjadi lemah bila gaya potong terutamanya F_y dan F_x mulai bertambah. Diperlu untuk pengukuran gaya-gaya yang bekerja pada waktu pemotongan. Gaya potong atau daya potong dapat diukur menggunakan watt meter atau amper meter yang dipasangkan pada mesin, pada saat terjadi kenaikan daya potong yang ekstrim saat itulah tool dianggap menjadi lemah dan perlu diadakan pengasahan kembali.

Menentukan Umur Pahat

Untuk dapat menentukan umur pahat diperlukan data spesifikasi benda untuk proses pemesinan dan data pemesinan untuk pahat yang digunakan. Umur pahat (*tool life*) didefinisikan sebagai waktu pemotongan (*cutting time*) yang diperlukan untuk mencapai kriteria umur pahat (*tool life criterion*).

Kriteria umur pahat (*tool life criterion*) didefinisikan sebagai penentuan pendahuluan harga pendahuluan dari pengukuran keausan pahat *tool life* atau terjadinya suatu kejadian. Dalam prakteknya, keausan permukaan dan flank (*face dan flank wear*) tidak merata sepanjang *cutting edge*, disini penting untuk menentukan letak dan derajat dari keausan jika menentukan *wearal lowance* sebelum pengasahan pahat kembali (*regrinding*).

Faktor yang menentukan umur pahat selain bahan benda kerja (*work material*), bahan pahat (*tool material*) dan geometri pahat adalah **kecepatan potong** (*cutting*

speed), atau yang dikenal dengan kondisi pemotongan (*cutting condition*).

Hubungan antara umur pahat dengan kecepatan potong menurut Taylor adalah sebagai berikut

$$VT^n = C$$

V: Kecepatan potong m/menit

T: Umur pahatmenit

n : Harga eksponen

C: Konstanta

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang ada disusunlah langkah pengambilan data dan analisis data. Pengambilan data dilakukan dengan dua cara yaitu data dari kepustakaan dan data dari hasil percobaan, dua data ini saling berkaitan satu dengan yang yang lain.

Data material diperoleh dengan pengujian Tarik. Data pahat (geometri pahat), ditetap kan berdasarkan referensi kepustakaan dengan memperhatikan data material yang telah diuji dan kondisi pemotongan yang direncanakan yaitu pemotongan kasar, besaran sudut- sudut pahat adalah $K_r=60$; $\alpha_0 = 8^0$; $\gamma_0 = 14^0$; $\beta_0 = 68^0$; $\epsilon_r = 90^0$; $\Psi_r = 30^0$; dan radius pojok $r_\epsilon = \pm 0,8$ mm. Sedangkan komposisi kimia pahat adalah C= 0,85%; W=6%; Mo= 5%; Cr= 4%; V= 2%.

Data pemotongan ; dalamnya pemotongan (a), pemakanan (f) ditetapkan berdasarkan referensi kepustakaan yaitu $a= 2$ mm dan $f= 0,25$ mm/put, sedangkan besarnya kecepatan potong (Vc) ditentukan yaitu dari 22,24,26,28,30,32,34,36,38,40,42 m/menit yaitu sebagai variabel. Pengambilan data umur pahat (T) dilakukan dengan menetapkan criteria umur pahat yaitu apabila pada proses pemotongan **telah terjadi kenaikan arus yang ekstrim**, maka umur pahat dianggap telah habis. Data diperoleh dengan pembacaan arus dan tegangan listrik pada amper meter dan volt meter yang dipasang pada mesin saat proses pemotongan berlangsung. Proses pemotongan dilakukan dengan pemotongan kering (tanpa menggunakan pendingin). Pengukuran waktu proses pemotongan dilakukan dengan menggunakan jam henti (*Stop watch*). Data daya mesin dan daya potong yang diperlukan untuk berbagai kecepatan potong didapat dari perhitungan, dengan menganggap daya idel sama dengan daya yang terbuang atau dengan mengabaikan daya yang ditimbulkan akibat gesekan karena adanya beban pemotongan.

Untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan, data yang telah didapat dengan cara

seperti tersebut diatas dianalisis sebagai berikut :Daya potong (N_c) didapat dengan mengurangi daya pemesinan dengan daya idel ($N_c = N_{mc} - N_{mo}$ (disini daya yang hilang **dianggap sama** dengan daya idel), sedangkan daya pemesinan didapat dari perhitungan perkalian arus dan tegangan pada saat terjadinya pemotongan dan besaran factor daya ($N_{mc} = I_x E_x \cos \varphi$).

Kondisi pemotongan yang optimum akan terjadi apabila umur pahat (T) memenuhi rumus $T_{op} = K_1 (1/n - 1)$, besaran K adalah perbandingan antara biaya mata potong rahat (C_e) dengan biaya operasi pemesinan (c_m). Besarnya C_e dapat dihitung, yaitu dengan mempertimbangkan harga pahat dan biaya pengasahan. Sedangkan C_m didapat dari harga yang berlaku untuk mesin Celtic NCC14 di Politeknik Semarang.

Besaran n adalah pangkat umur pahat dari Taylor, didapat dengan analisis regresi linier dari berbagai umur pahat yang didapat dari data percobaan. Dengan demikian kecepatan potong optimum akan didapat yaitu dengan melihat umur pahat optimum.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rumus umur pahat menurut Taylor adalah:

$$V \cdot T^n = C$$

V = kecepatan potong

T = umur pahat

n = pangkat umur pahat

C = konstanta

Pada penelitian ini besarnya V_c sebagai variable ditetapkan yaitu : 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40, 42 m/min, sedangkan T diukur dengan stop watch untuk masing - masing kecepatan potong. Kriteria umur pahat ditetapkan yaitu apabila pada proses pemotongan terjadi kenaikan daya potong yang ekstrim, yang dapat dilihat pada kenaikan arus listrik yang terbaca pada amper meter.

Harga n dan C didapatkan dengan melakukan perhitungan statistic yaitu **regresi linier**. Rumus untuk regresi linier adalah : $y = a + bx$. Rumus Taylor diatas

$$V \cdot T^n = C, \text{ di ubah menjadi : } \log V + n \log T = \log C \text{ (Hasan Basri, 2007).}$$

Harga n merupakan slope / kemiringan dari kurva umur pahat. (Budiman Henri, 2007).

Dari data hasil penelitian didapatkan besarnya umur pahat untuk masing - masing

kecepatan potong adalah seperti pada tabel1. Dibawah ini .

Tabel1

Umur pahat pada berbagai kecepatan potong

No.	Kecepatanpotong (Vc)(m/menit)	Umurpahat(T) (menit)
1	22	498
2	24	460
3	26	420
4	28	360
5	30	250
6	32	140
7	34	68
8	36	30
9	38	18
10	40	9
11	42	2

Dari data diatas dengan perhitungan regresi linier dapat diketahui besarnya eksponen **n= 0,0162** dan besarnya konstanta **C= 84,19**

Pembahasan Pemotongan Optimum

Pemotongan optimum terpenuhi apabila umur pahat yang digunakan memenuhi rumus:

$$T = K \left\{ \frac{1}{n} - 1 \right\}$$

Mesin bubut yang digunakan untuk penelitian adalah Celtic NCC 14 yang ada di Lab Pemesinan Politeknik Negeri Semarang dengan perhitungan biaya sewa mesin adalah Rp 54.000/jam. Sedangkan harga pahat HSS 16x16 adalah Rp 40.000, dapat diasah sampai 10 kali.

Dari perhitungan didapat umur pahat yang optimum adalah **388,9 menit**, dari interpolasi umur pahat388,9 menit akan terjadi pada kecepatan potong (V) sebesar **29,04 m/menit**

SIMPULAN

Penelitian ini dapat disimpulkan bahwa besarnya nilai n adalah sebesar **0,0162**, dan besarnya konstanta C sebesar **84,19**, sedangkan pemotongan optimum terjadi pada umur pahat (T) **388,9 menit** yaitu pada kecepatan potong (V) **29,04 m/menit**. Penelitian ini sebaiknya dilanjutkan untuk variasi material yang dipotong dan material alat potong (bahan Pahat).

DAFTAR PUSTAKA

- Hasan Basri dan M. Yanis. (2007). *Analisa Umur Pahat Hss (High Speed Steel) Mata Tunggal*, Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi 2007 Universitas Lampung,
- Hendri Budiman dan Richard. (2007). *Analisis Umur dan Keausan Pahat Karbid untuk Membubut Baja Paduan (ASSAB 760) dengan Metoda Variable Speed Machining Test*. Jurnal Teknik Mesin, 9, 31 - 39
- Herman Jutz, & Eduard Scharkus. (1985). *Metal Westermann Tables*, Wiley Eastern Limited, New Delhi
- Mrihrenaningtyas dan Randi Prayadi. (2015). *Analisis Umur Pahat Dengan Variasi Sudut Geram, Kecepatan Dengan Dan Tanpa Pendingin* Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan III 2015 ISBN 978-602-98569-1-0 Jurusan Teknik Mesin, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
- ISO Hand Book 6. (1987). *TOOLS*, Second Edition, ISO Geneva
- Sujatmiko. (2010) *Penentuan Harga Eksponen Dan Konstanta Umur Pahat Karbida Dengan Persamaan Taylor Untuk Membubut Aluminium T-6061 Pada Kondisi Kering Dengan Metodevariable Speed Machining Test* Jurnal TRANSMISI, Vol-VI Edisi-2/ Hal. 607 – 616,
- Taufiq Rochim. (1993). *Teoridan Teknologi Proses Pemesinan*, HEDS, Institut Teknologi Bandung