

Analisis Keausan Pahat pada Pemesinan Bor Magnesium AZ31 Menggunakan Metode Taguchi

Arinal Hamni^{1,a)}, Gusri Akhyar Ibrahim^{2,b)}

¹ Program Studi Teknik Mesin Universitas Lampung,
Jl. Soemantri Brodjonegoro no 1 Bandar Lampung, 35145

² Program Studi Teknik Mesin Universitas Lampung,
Jl. Soemantri Brodjonegoro no 1 Bandar Lampung, 35145

a) arinal.hamni@yahoo.com, b) gusri.akhyar@eng.unila.ac.id, (corresponding author)

Abstrak

Pengeboran (*drilling*) adalah proses pembuatan lubang dengan cara menekan sebuah mata pahat yang berputar pada benda kerja. Selama proses pemrosesan terjadi interaksi antara mata bor dengan benda kerja dimana benda kerja terpotong sedangkan mata bor mengalami gesekan. Gesekan yang dialami pahat berasal dari permukaan geram yang mengalir dan permukaan benda kerja yang telah terpotong, akibat gesekan ini pahat mengalami aus. Tujuan penelitian ini akan menganalisa umur pakai pahat HSS pada pemrosesan bor magnesium AZ31 dan untuk mendukung penelitian tersebut digunakan Metode Taguchi untuk menganalisa pembahasan hasil penelitian. Parameter pemrosesan bor yang digunakan yaitu; mata bor HSS (high speed steel) dengan ukuran (10 mm, 12 mm, dan 14 mm), kecepatan putaran (635 RPM, 970 RPM, 1420 RPM) dan menggunakan gerak makan (0,10 mm/rev, 0,18 mm/rev dan 0,24 mm/rev), dengan kedalaman potong 50 mm. Pengambilan data keausan pahat dilakukan menggunakan mikroskop digital USB dengan perbesaran 50x. Data keausan pahat dilihat setiap satu kali proses pengeboran dan proses pemrosesan akan dihentikan jika mata bor sudah mengalami aus. Umur pahat tertinggi diperoleh pada diameter bor 10 mm dengan kecepatan putaran 635 RPM dan menggunakan gerak makan 0,10 mm/rev yaitu selama 12,74 menit, sedangkan umur pahat terendah diperoleh pada diameter bor 14 mm dengan kecepatan putaran 1420 RPM dan menggunakan gerak makan sebesar 0,18 mm/rev yaitu selama 0,68 menit. Berdasarkan of varian (ANOVA) parameter yang signifikan dalam mempengaruhi umur pakai mata bor adalah kecepatan putaran (n). Semakin besar kecepatan putaran (n) maka keausan mata bor akan semakin cepat terjadi, hal tersebut disebabkan karena suhu tinggi yang di hasilkan dari gesekan antara mata bor dan benda kerja.

Kata kunci: kecepatan putaran, gerak makan, umur pahat, HSS, magnesium AZ31, ANOVA, aus

Abstract

Drilling process is a manufacture to produce a component by removing a part of workpiece material. During machining process was occurred an interaction between the edge cutting tool and workpiece material, in which, the edge of cutting tool experiences a friction. This research aims to analyze the HSS tool life when machining magnesium alloy by using Taguchi Method. The trials experiments were done at setting cutting parameters are diameter of cutting tool of 10, 12 and 14 mm, spindle speed of 635, 970 and 1420 RPM, feed rate of 0.10, 0.18 and 0.24 mm/rev, and depth of hole of 50 mm. The tool wear was measured by using a microscope with magnification of 50x. The maximum tool life was 12.74 minutes, which was achieved at tool diameter of 10 mm, spindle speed of 635 RPM, feed rate of 0.10 mm/rev. Whereas the minimum tool life was 0.68 minutes, which was achieved at setting parameters of tool diameter of 14 mm, spindle speed of 1420 mm/rev and feed rate of 0.18 mm/rev. Based on the analysis variance that the most significant factor which affected the tool life was the spindle speed. Increasing spindle speed increased worn at the edge of cutting tool, due to high generated temperature at cutting edge.

Keywords: spindle speed, feed rate, tool life, magnesium, ANOVA, wear

I. PENDAHULUAN

Magnesium merupakan salah satu logam yang ringan, oleh sebab itu, material ini dicadangkan sebagai pengganti komponen-komponen atau produk yang relatif berat. Magnesium dan paduannya sekarang semakin dikenal luas karena memainkan peranan penting dalam produk-produk otomotif, elektronik dan kesehatan. Pengurangan berat komponen otomotif akan mengurangi berat keseluruhan kendaraan dan dengan demikian

kendaraan yang relatif ringan akan dapat menghemat pemakaian bahan bakar (*fuel consumption saving*). Kemudian penggunaan magnesium pada produk elektronik seperti laptop kamera juga untuk mengurangi berat produk [1], [2].

Secara umum, paduan magnesium dan magnesium murni memiliki sifat ringan, mudah terbakar dan mudah bereaksi dengan logam lain. Oleh karena itu, magnesium tidak cukup kuat dalam bentuk yang murni, sehingga

magnesium dipadukan dengan berbagai elemen untuk mendapatkan sifat yang lebih baik, terutama kekuatan untuk rasio berat yang tinggi. Banyak antara paduan magnesium sesuai untuk proses pengecoran, pembentukan, dan pemesinan untuk mendapatkan kualitas komponen yang baik. Salah satu sifat magnesium yang dominan adalah mudah beroksidasi dengan cepat (*pyrophoric*), sehingga ada resiko/bahaya kebakaran yang mungkin terjadi, oleh karena itu perlu ada tindakan pencegahan yang harus diambil ketika proses permesinan [2].

Pengeboran (*drilling*) adalah proses pembuatan lubang dengan cara menekan sebuah mata pahat yang berputar pada benda kerja. Salah satu permasalahan utama yang sering muncul adalah keausan pada pahat bor. Selama proses permesinan terjadi interaksi antara mata bor dengan benda kerja dimana benda kerja terpotong sedangkan mata bor mengalami gesekan. Gesekan yang dialami pahat berasal dari permukaan geram yang mengalir dan permukaan benda kerja yang telah terpotong, akibat gesekan ini pahat mengalami aus. Keausan pahat ini akan makin membesar sampai batas tertentu sehingga pahat tidak dapat dipergunakan lagi atau pahat telah mengalami kerusakan [3].

Dalam proses permesinan bor ada beberapa variabel yang mempengaruhi keausan pahat, seperti dalam penelitian Dodi, dkk. [4] menyatakan bahwa peningkatan gerak makan (f) dan peningkatan nilai kecepatan putaran (n) akan meningkatkan keausan tepi pahat, dan pemberian pelumas akan mengurangi keausan yang terjadi pada pahat. Dalam penelitian Ruslan dan Dalimunthe [5] juga dijelaskan bahwa ada beberapa faktor-faktor yang menentukan umur pahat adalah geometri pahat, jenis material benda kerja dan pahat, kondisi pemotongan (kecepatan potong, kedalaman potong dan gerak makan), dan cairan pendingin..

II. METODE PENELITIAN/EKSPERIMEN

Bahan material yang digunakan adalah magnesium AZ31 dengan panjang material 20 cm dan lebar 20 cm dengan ketebalan 5 cm. Paduan magnesium AZ31 (Kandungan Al 3% dan Kandungan Zinc 1%). Peralatan utama yang digunakan adalah mesin bor yang bermerek Erlo, dan pahat bubut HSS. Sedangkan aus pahat diukur menggunakan mikroskop digital. Proses pemotongan paduan magnesium menggunakan mesin bor dilakukan pada kondisi parameter pemotongan; diameter bor berukuran 10 mm, 12 mm, 14 mm, dan kecepatan putaran sebesar 636 RPM, 970 RPM, 1420 RPM, serta gerak makan sebesar 0,10 mm/rev, 0,18 mm/rev, dan 0,24 mm/rev. Percobaan dilakukan sampai mata bor mengalami aus, metode pengambilan data yaitu dengan mencatat hasil dari setiap selesai melakukan satu kali proses pengeboran

Alat yang digunakan untuk mengukur keausan tepi pahat adalah microscope digital. Dalam hal ini besarnya keausan tepi dapat diketahui dengan mengukur panjang VB (mm), yaitu jarak antara mata potong yang terjadi aus sampai ke garis rata-rata bekas aus, pada bidang pengukuran aus dilakukan semaksimal mungkin agar memperoleh hasil pengukuran yang lebih akurat dan meminimalisir nilai kesalahan. Rancangan eksperimen ini

diawali dengan pemilihan matriks orthogonal yang tergantung dari banyaknya variabel kontrol dan level dari masing-masing variabel tersebut. tabel 1 menunjukkan jumlah faktor, jumlah level dan nilai dari faktor yang digunakan pada penelitian ini.

Tabel 1. Jumlah faktor dan pengaturan level

Faktor		Level 1	Level 2	Level 3
Diameter pahat bor	mm	10	12	14
Kec. putaran	RPM	635	970	1420
Gerak makan	m/rev	0,10	0,18	0,24

Berdasarkan banyaknya jumlah faktor dan jumlah level dilakukan perhitungan derajat kebebasan untuk menentukan Matriks ortogonal yang digunakan, dapat dilihat pada tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Total derajat kebebasan faktor dan levelnya

No.	Faktor	level (k)	Vn(k-1)
1	Diameter mata bor	3	2
2	Kecepatan potong	3	2
3	Gerak makan	3	2
Total derajat kebebasan			6

Berdasarkan hasil perhitungan pada tabel 2 didapatkan 6 derajat kebebasan untuk rancangan eksperimen ini, sehingga matriks ortogonal yang digunakan adalah L9 (3²). Matriks ortogonal jenis L9 memiliki 3 kolom dan 9 baris yang mampu digunakan untuk tiga buah variabel bebas yang masing-masing memiliki 3 level. Rancangan eksperimen untuk penelitian ini dapat dilihat pada tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Matriks ortogonal L9

No.	Parameter pemesinan		
	Diameter mata bor	Kecepatan potong	Gerak makan
1	1	1	1
2	1	2	2
3	1	3	3
4	2	1	2
5	2	2	3
6	2	3	1
7	3	1	3
8	3	2	1
9	3	3	2

Pengambilan data eksperimen dilakukan secara berurut dengan kombinasi parameter mengacu pada rancangan percobaan yang sesuai dengan matriks ortogonal pada tabel 3. Pada setiap kombinasi parameter eksperimen akan dilakukan sampai mata bor mengalami aus.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang diambil dari penelitian ini adalah nilai keausan pahat dan waktu pengeboran. Dimana pahat yang digunakan adalah pahat HSS *Twist drill* dan bahan yang

digunakan adalah magnesium AZ31. Proses pengukuran nilai keausan pahat bor menggunakan alat microscope digital. Pengukuran keausan dilakukan pada tiap satu kali proses permesinan. Data hasil pengujian berupa nilai lamanya pemotongan dan kadar aus pahat potong, sebagaimana yang ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 4. Data hasil pengujian

No	D (mm)	n (RPM)	f (mm/rev)	t (detik)	Vb (mm)
1	10	635	0,10	12,74	0,056
2	10	970	0,18	2,77	0,074
3	10	1420	0,24	0,76	0,082
4	12	636	0,18	2,91	0,064
5	12	970	0,24	0,92	0,088
6	12	1420	0,10	1,50	0,092
7	14	635	0,24	2,59	0,057
8	14	970	0,10	1,70	0,063
9	14	1420	0,18	0,68	0,070

A. Desain Analisis Taguchi

Berikut ini merupakan analisa kuantitatif menggunakan program minitab 16 analisis desain Metode Taguchi. Untuk mengetahui faktor apa yang paling berpengaruh dan signifikan terhadap keausan mata bor HHS (*high speet steel*) *twist drill* dalam proses pengeboran bahan magnesium AZ31. Dalam analisis tersebut akan ditampilkan data hasil analisis Taguchi berdasarkan waktu yang dibutuhkan dalam setiap tahap percobaan. Perhitungan S/N rasio berdasarkan waktu pemotongan adalah sebagaimana yang ditunjukkan pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil percobaan untuk umur pakai mata bor dan perhitungan S/N rasio

Exp.run	D (mm)	n (RPM)	f (mm/rev)	t (menit)	S/N
1	1	1	1	12.74	22.1034
2	1	2	2	2.77	8.8496
3	1	3	3	0.76	-2.3837
4	2	1	2	2.91	9.2779
5	2	2	3	0.92	-0.7242
6	2	3	1	1.50	3.5218
7	3	1	3	2.59	8.2660
8	3	2	1	1.70	4.6090
9	3	3	2	0.68	-3.3498

Pada Tabel 5 menunjukkan data aktual keausan mata bor dengan nilai S/N rasio masing-masingnya. *Run* menunjukkan nomor urutan penelitian yang akan dilakukan. Pada kolom D (diameter) menunjukkan diameter mata bor yang digunakan, simbol angka 1 menunjukkan diameter bor yang digunakan 10 mm, lambang 2 menunjukkan diameter bor 12 mm, lambang 3 menggunakan diameter 14 mm. pada kolom n (kecepatan putaran) menunjukkan parameter kecepatan putaran yang digunakan, lambang 1 menunjukkan kecepatan putaran 635 RPM, lambang 2 menunjukkan kecepatan putaran 970 RPM, dan lambang 3 menunjukkan kecepatan putaran 1420 RPM. Pada kolom f (gerak makan)

menunjukkan parameter gerak makan yang digunakan, lambang 1 menunjukkan gerak makan 0,10 mm/rev, lambang 2 menunjukkan gerak makan yang digunakan 0.18 mm/rev, lambang 3 menunjukkan gerak makan yang digunakan 0.24 mm/rev.

Adapun untuk menghitung perhitungan nilai rasio S/N tergantung pada jenis karakteristik kualitas dari respon. Respon umur pakai pahat memiliki karakteristik kualitas semakin lama semakin baik. Rasio S/N dari respon keausan pahat tersebut dihitung dengan menggunakan persamaan berikut. Contoh perhitungan rasio S/N dari waktu penggunaan pahat untuk kombinasi pengaturan faktor pertama dengan karakteristik kualitas semakin lama semakin baik adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \frac{S}{N} &= -10 \text{Log} \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^r \frac{1}{y_i^2} \right] \\ \frac{S}{N}(t) &= -10 \log \left[\frac{1}{1} \left(\frac{1}{(12.74)^2} \right) \right] \\ &= -10 \log \left(\frac{1}{162.3076} \right) = 22.1034 \\ \frac{S}{N}(t) &= 22.1034 \end{aligned}$$

Dimana:

- n = jumlah replikasi data t (waktu) yang diambil
- y = nilai
- (t) = waktu yang didapatkan

B. Analisis Varian untuk Rasion S/N

Analysis of Varian (ANOVA) digunakan untuk mengetahui variable proses yang memiliki pengaruh secara signifikan. Dengan menggunakan softwer minitab 16 hasil ANOVA respon waktu pakai pahat dengan faktor diameter mata bor, kecepatan putaran dan gerak makan. Maka dihasilkan data yang tampak pada Table 6 ANOVA berikut:

Table 6. Analisis varian untuk rasio S/N pakai pahat

Source	df	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
d(mm)	2	71.25	71.25	35.624	4.83	0.172
n(RPM)	2	299.98	299.98	149.992	20.33	0.047
f(mm/rev)	2	106.70	106.70	53.348	7.23	0.122
Error (%)	2	14.76	14.76	7.379		
Total	8	492.69				

Pada tabel 6 dimana hasil pengolahan data menggunakan program minitab, pada kolom terakhir terdapat huruf P, yang merupakan satuan atau simbol dari nilai probabilitas. Probabilitas merupakan peluang munculnya suatu kejadian. Besarnya peluang melakukan kesalahan disebut taraf signifikansi yang artinya meyakinkan atau berarti. Dalam penelitian ini mengandung arti bahwa hipotesis yang telah terbukti pada sampel dapat diperlakukan pada populasi. Tingkat signifikansi 5% atau 0.050 artinya kita mengambil resiko kesalahan dalam mengambil keputusan untuk menolak hipotesis yang benar sebanyak-banyaknya 5% dan dalam mengambil keputusan sedikitnya 95% (tingkat kepercayaan). Lebih jelasnya, misalkan ada 100 kejadian dengan nilai probabilitas 5%, artinya peluang munculnya kesalahan akan terjadi sebanyak 5 kali dalam 100

kejadian.

Dalam penelitian ini nilai P untuk diameter mata bor adalah 0,172, nilai P untuk kecepatan putaran adalah 0,047 dan nilai P untuk gerak makan adalah 0,122. Dari hasil data tersebut menunjukkan bahwa parameter kecepatan putaran menghasilkan nilai $P < 0,050$, hal ini menunjukkan bahwa parameter kecepatan putaran merupakan factor yang signifikan dalam mempengaruhi penurunan umur pakai pahat bor. Sedangkan gerak makan dan diameter mata bor tidak memberikan pengaruh secara signifikan, namun parameter gerak makan memberikan kontribusi yang lebih besar dibandingkan parameter diameter bor. Gerak makan berkontribusi lebih besar dalam menurun umur pakai pahat. Hal tersebut dapat diamati melalui besaran nilai P, dimana gerak makan memberikan nilai P sebesar 12,2% dan lebih kecil disbanding nilai P untuk diameter pahat sebesar 17,2%.

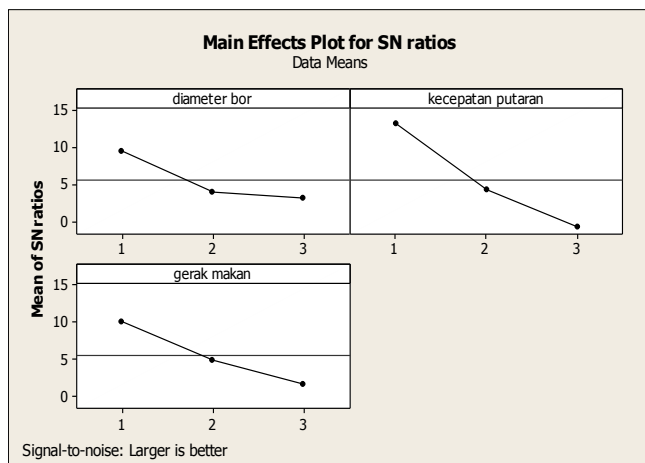
C. Analisis respon nilai tabel dan grafik for S/N ratio

Faktor kontrol pada identifikasi pengaruh level dari faktor terhadap rata-rata waktu yang digunakan saat pengeboran dilakukan pengeolahan data respon (waktu pakai pahat) yang diperoleh langsung dari setiap tahap percobaan pengeboran Perhitungan waktu rata-rata umur pakai mata pahat melalui kombinasi level dari masing-masing factor. Respon umur pakai mata pahat terhadap pengaruh level ditunjukkan pada tabel 7.

Table 7. Respon untuk rasio S/N, t (waktu)

Level	Dia. mata bor (mm)	Kec. Putaran (RPM)	gerak makan (mm/rev)
1	9.5231	13.2157	10.0781
2	4.0251	4.2448	4.9259
3	3.1751	-0.7372	1.7193
Delta	6.3480	13.9530	8.3587
Rank	3	1	2

Berdasarkan data hasil rata-rata S/N rasio pada tabel 7, maka digambarkan grafik respon S/N pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik S/N untuk respon nilai rata-rata waktu pakai mata bor

Berdasarkan analisis pada tabel 7 dan gambar 1,

parameter yang mempengaruhi respon umur mata bor paling lama adalah pada diameter mata bor level 1, kecepatan putaran pada level 1, dan gerak makan pada level 1. Hal tersebut ditunjukkan pada tabel 8.

Table 8. Respon parameter terbaik

Faktor	Level	Nilai Level
Dia. mata bor	Level 1	10 mm
Kec. Putaran	Level 1	635 RPM
Gerak makan	Level 1	0,10 mm/rev

Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa penggunaan kecepatan putaran dan gerak makan yang digunakan rendah maka nilai keausan yang dihasilkan akan rendah. Dengan kata lain bahwa penggunaan parameter kecepatan putaran dan gerak makan yang rendah maka akan memperpanjang umur penggunaan mata pahat. Hal ini didukung oleh penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa semakin kecil gerak makan dan kecepatan putaran maka keausan yang terjadi pada mata bor akan semakin lama [4].

D. Analisis varian untuk rerata t (waktu)

Analysis of Variance for Means merupakan analisis pembandingan untuk memperkuat data anova S/N ratios Taguchi, untuk mengetahui parameter yang signifikan atau parameter yang mempengaruhi batas umur pakai mata pahat. Analisis varian for mean tersebut menghitung berdasarkan nilai rata-rata dari setiap parameter yang digunakan.

Analysis of Variance (ANOVA) digunakan untuk mengetahui variable proses yang memiliki pengaruh secara signifikan atau faktor yang berkontribusi dalam mempengaruhi umur pakai pahat. ANOVA respon waktu pakai pahat dengan faktor diameter mata bor, kecepatan putaran dan gerak makan ditunjukkan pada tabel 9.

Table 9. Analysis of Variance untuk rerata waktu pakai pahat

Source	df	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
d (mm)	2	27.50	27.50	13.750	1.79	0.359
n (RPM)	2	45.02	45.02	22.512	2.92	0.255
f (mm/rev)	2	25.81	25.81	12.907	21.68	0.374
Residual Error	2	15.40	15.40	7.702		
Total	8	113.74				

Dalam penelitian ini, menghasilkan nilai diameter $P = 0,359$, nilai kecepatan putaran $P = 0,255$, dan nilai gerak makan $P = 0.374$. Hasil tersebut menyatakan bahwa tidak ada faktor yang signifikan dalam menurunkan umur pakai pahat, namun data tersebut menyatakan bahwa kecepatan putaran merupakan faktor yang paling berkontribusi dalam menurunkan umur pakai pahat, yang mana ditunjukkan dari nilai P yang terkecil dari ketiga faktor tersebut.

Dari data yang dihasilkan dalam Analysis of Variance for S/N ratios menyatakan bahwa data yang signifikan dalam menurunkan umur pakai pahat adalah kecepatan putaran (n) sedangkan pada Analysis varian for means menyatakan bahwa tidak ada faktor yang signifikan dalam menurunkan umur pakai pahat, namun kecepatan

putaran mendapatkan nilai P yang paling kecil dari ketiga faktor yang digunakan, oleh karena itu kecepatan putaran merupakan faktor yang paling berpengaruh terhadap umur pakai pahat.

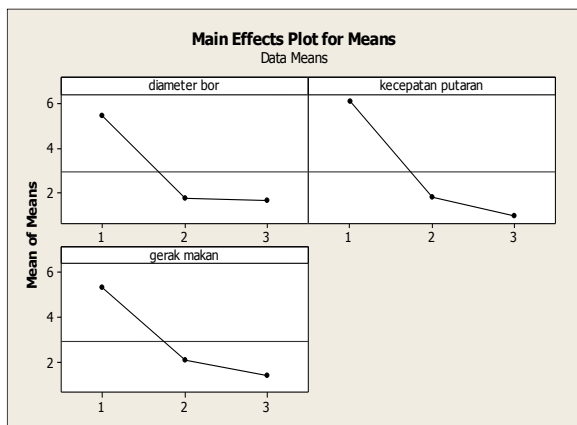
E. Analisis respon tabel dan grafik for means

Faktor kontrol dalam mengidentifikasi pengaruh level dari faktor terhadap rata-rata waktu yang digunakan saat pengeboran dilakukan pengeolahan data respon (waktu pakai pahat) yang diperoleh langsung dari setiap tahap percobaan pengeboran, Perhitungan waktu rata-rata umur pakai mata pahat melalui kombinasi level dari masing-masing factor. Respon umur pakai mata pahat, pengaruh level ditunjukkan pada tabel 10.

Tabel 10. Response Table for Means waktu pakai pahat

Level	Diameter mata bor (mm)	Kec. putaran (RPM)	Gerak makan (mm/rev)
1	5.4233	6.0800	5.3133
2	1.7767	1.7967	2.1200
3	1.6567	0.9800	1.4233
Delta	3.7667	5.1000	3.8900
Rank	3	1	2

Berdasarkan data hasil rata-rata *response for mean* pada tabel 10, didapat grafik *response for mean* pada gambar 2.



Gambar 2. Grafik *response for mean* waktu pakai pahat

Berdasarkan analisis pada table 10 dan gambar 2, parameter yang mempengaruhi respon penurunan umur pakai mata bor adalah diameter mata bor pada level 3, kecepatan putaran pada level 3, dan gerak makan pada level 3. Respon parameter terbaik ditunjukkan pada tabel 11.

Tabel 11. Respon parameter terbaik

Faktor	Tingkatan Level	Nilai Level
Diameter mata bor	Level 1	10 mm
Kec. Putaran	Level 1	635 RPM
Gerak makan	Level 1	0,10 mm/rev

Berdasarkan analisis respon pada tabel 11, menunjukkan bahwa yang mempengaruhi umur pakai pahat semakin berkurang adalah pada diameter mata bor 10 mm, kecepatan putaran 635 RPM, dan gerak makan 0,10 mm/rev. Berdasarkan perbandingan hasil dari analisis Taguchi baik menggunakan anova for S/N ratio ataupun analisis *anova for mean* menunjukkan bahwa hasil kedua analisis tersebut menyatakan kecepatan putaran merupakan parameter yang paling berpengaruh dalam menurunkan umur pakai pahat, kemudian gerak makan merupakan faktor kedua dalam menurunkan umur pakai pahat, dan yang terakhir adalah diameter mata bor. Hal tersebut disebabkan karena semakin meningkat kecepatan putaran yang digunakan maka gesekan akan semakin besar sehingga suhu pemesisan akan semakin tinggi yang menyebabkan pahat cepat mengalami aus.

Dalam penelitian sebelumnya juga dikatakan bahwa laju keausan meningkat seiring dengan meningkatnya kecepatan potong. Hal ini disebabkan karena kenaikan gaya potong, besarnya gaya pemotongan akan memberikan tekanan yang besar pada pahat sehingga temperatur pemotongan meningkat, karena hampir seluruh energi pemotongan diubah menjadi panas melalui gesekan antara geram dengan pahat dan antara pahat dengan benda kerja [10].

Berdasarkan hasil analisa respon Tabel dan grafik dari kedua analisis tersebut menyatakan bahwa penggunaan kecepatan putaran yang kecil dan gerak makan yang kecil akan memperpanjang umur pakai pahat, begitupun sebaliknya, penggunaan para meter kecepatan putaran dan gerak makan yang tinggi akan menurunkan umur pakai pahat. Jadi semakin meningkatnya kecepatan putaran dan gerak makan yang digunakan maka keausan akan cepat terjadi, dan hal tersebut akan menurunkan umur pakai pahat. Semakin kecil gerak makan dan kecepatan putaran maka keausan yang terjadi pada mata bor akan semakin lama [4].

IV. KESIMPULAN

1. Dari kesembilan percobaan yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penggunaan kecepatan putaran dan gerak makan yang rendah akan memperpanjang umur penggunaan pahat, begitupun sebaliknya semakin meningkatnya kecepatan putaran dan gerak makan yang digunakan maka umur pakai pahat akan semakin menurun, dan semakin besar diameter mata bor yang digunakan maka keausan mata bor juga akan cepat terjadi. Karena semakin meningkat kecepatan putaran, gerak makan dan diameter mata bor yang digunakan maka suhu pemesisan akan semakin meningkat, sehingga menyebabkan mata bor cepat terjadi aus.
2. Semua keausan mata bor terjadi pada sisi ujungnya dan pada sisi tepinya, mekanisme ini mengindikasikan bahwa terjadinya keausan tepi (*flank wear*). Penyebab keausan ini terjadi karena adanya gesekan antara permukaan benda kerja dengan pahat, dimana pada bagian sisi tepi dan sisi ujung mata bor merupakan permukaan utama saat melakukan pemakanan.

3. Dari hasil Metode Taguchi berdasarkan analisis varian nilai S/N ratio dan analisis varian nilai rata-rata waktu yang digunakan, menyatakan bahwa parameter yang signifikan atau berpengaruh dalam menurunkan umur pakai pahat adalah kecepatan putaran. Karena semakin meningkat kecepatan putaran yang digunakan maka gesekan akan semakin besar sehingga suhu pemesinan akan semakin tinggi yang menyebabkan pahat cepat mengalami aus, sedangkan berdasarkan analisa respon table dan grafik, parameter yang mempengaruhi umur pakai pahat adalah sebagai berikut:
- Diameter mata bor pada level 1 adalah 10 mm, kecepatan putaran pada level 1 adalah 635 RPM, gerak makan pada level 3 adalah 0,10 mm. Maka umur pakai mata akan semakin panjang, Sedangkan
 - Pada diameter mata bor pada level 3 adalah 14 mm, kecepatan putaran pada level 3 adalah 1420 RPM, gerak makan pada level 3 adalah 0,24 mm. Umur pakai mata bor akan semakin berkurang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Dirjen Perguruan Tinggi dan Lembaga Penelitian Universitas Lampung yang telah memberikan dukungan finansial sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan melalui skim pendanaan Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi.

REFERENSI

- B. Yanuar, F. Setiawan, S. Harun, H. Fitriawan, Pemodelan penyalaan pada proses bubut kering magnesium AZ31 menggunakan jaringan syaraf tiruan. *Proceeding Seminar Nasional, Fakultas Teknik, Universitas Lampung*, 2015.
- G. A. Ibrahim, S. Harun, A. R. Doni, Analisa nilai kekasaran permukaan paduan magnesium AZ31 yang dibubut menggunakan pahat potong berputar, *Proceeding Seminar Nasional, Fakultas Teknik, Universitas Lampung*, 2015.
- D. Agus, Pengaruh variasi kecepatan potong pahat HSS pengeboran baja S45C/AISI 1045 terhadap media pendingin pada uji kekerasan dan stuktur mikro. *Teknik Mesin, Institut Sains & Teknologi AKPRIND, Yogyakarta*, 2014.
- D. Wibowo, G. A. Ibrahim, A. Hamni, Pengaruh gerak makan dan kecepatan putaran terhadap aus pahat hss pada pengeboran baja ASTM A1011 menggunakan pelumas minyak goreng, *Jurnal Fema, Fakultas Teknik Universitas Lampung*, 2014.
- D. Ruslan, Pengaruh kecepatan potong terhadap umur pakai pahat HSS pada proses pembubutan AISI 4340, *Jurnal Sain dan Inovasi* 5, 2009.
- A. Ansyori, Pengaruh kecepatan potong dan makan terhadap umur pakai pahat pada pemesinan freis paduan magnesium, *Jurnal Mechanical*, 2015.
- Z. Abidin. *Mekanisme keausan pahat pada proses pemesinan*, Teknik Mesin, Politeknik Negeri Semarang, 2010.
- I. Soejanto, *Desain Eksperimen dengan Metode Taguchi*, Edisi Pertama-Graha Ilmu, Yogyakarta, 2014.
- G.A. Ibrahim, C.H. Che Haron, J.A. Ghani and A. Arsyad, Taguchi optimization Method for surface roughness and material removal rate in turning of Ti-6Al-4V, *International Review of Mechanical Engineering*, Vol. 4, No.2, 2010.
- H. Budiman, Richard, Analisis umur dan keausan pahat karbida untuk membubut baja paduan (ASSAB760) dengan metoda variable speed machining test, *Jurnal Teknik Mesin*, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta, Padang, 2010.