

**Aplikasi Udara Dingin *Vortex Tube* pada Pembubutan Baja ST 41
Menggunakan Pahat HSS**

Henddy Purnomo¹⁾, Gusri Akhyar Ibrahim²⁾ dan Ahmad Yahya T.P²⁾

¹⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Lampung

²⁾ Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Lampung

Jln. Prof.Sumantri Brojonegoro No. 1 Gedung H FT Lt. 2 Bandar Lampung

Telp. (0721) 3555519, Fax. (0721) 704947

Email : *henddyfx@gmail.com*

Abstrak

Pahat merupakan komponen utama dalam proses pemesinan selain mesin bubut dan benda kerja. Umur pahat merupakan suatu data pemesinan yang sangat penting dalam perencanaan pemesinan. *Vortex tube* merupakan alat yang dapat memisahkan aliran udara yang bertekanan menjadi udara panas dan dingin. Dalam penelitian ini pengaruh kecepatan potong, gerak makan, dan kedalaman potong terhadap keausan pahat yang digunakan akan diteliti. Metode Taguchi digunakan menganalisa faktor yang paling berpengaruh signifikan terhadap keausan. Pada penelitian ini akan dianalisis secara kualitatif (grafik) dan kuantitatif (statistic) dengan metode analisa varian (ANOVA).

Dalam penelitian ini, proses pembubutan menggunakan pahat HSS dan material benda kerja baja ST 41. Dalam proses pengujian, gerak makan (f) yang digunakan adalah 0,09 mm/rev, 0,12 mm/rev, 0,18 mm/rev, sedangkan kecepatan potong (v) yang digunakan adalah 58,72 mm/min, 86,35 m/min, 113,25 m/min dan untuk kedalaman potong (a) 1,0 mm, 1,5 mm, 2,0 mm. Udara dingin *vortex tube* yang sudah ada dilakukan pada penelitian sebelumnya yaitu suhu 15° dan tekanan udara 5 bar/psi. Dari analisa varian yang dilakukan, kecepatan potong memiliki pengaruh signifikan terhadap keausan pahat. Kondisi parameter pemesinan yang optimal diperoleh pada kecepatan potong (v): 58,72, gerak makan (f) 0,09 mm/rev dan kedalaman potong (a) : 1,0 mm dengan umur pahat mencapai 139 menit. Laju keausan tepi pahat semakin meningkat dengan bertambahnya kecepatan potong. Dari analisa S/N ratio diperoleh parameter pemesinan yang memiliki pengaruh signifikan terhadap keausan pahat adalah kecepatan potong dengan nilai kontribusi $F = 0,024$ karena tidak melebihi $F > 0,05$.

Kata Kunci : keausan pahat, Metode Taguchi, baja ST 41, pahat HSS, kecepatan potong

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi belakangan ini begitu pesat, sehingga tuntutan kualitas dan kuantitas produksi menjadi suatu kebutuhan yang harus dilakukan dalam suatu proses produksi. Proses pemesinan adalah suatu proses pencapaian bentuk dan ukuran akhir produk atau komponen dengan cara membuang sebagian bahan atau material. Proses pemesinan biasanya membutuhkan peralatan khusus yang disebut perkakas potong atau *toolscutter*. Mesin bubut merupakan salah satu jenis mesin perkakas yang banyak digunakan.

(Nuryanto, 2006)

Proses pemesinan dengan metode kering (*dry machining*) mempunyai keuntungan dibandingkan dengan proses pemesinan menggunakan fluida. Salah satu jenis pemesinan kering adalah proses pemesinan yang didinginkan menggunakan udara dingin bertekanan tinggi. Proses pemesinan kering meniadakan kebutuhan pembelian cairan pendingin, meningkatkan keselamatan dan kesehatan pekerja. *Vortex tube* ditemukan oleh G.J Ranque pada tahun 1930 yang kemudian dikembangkan lebih lanjut oleh Prof. Hilsch.

Keausan pahat juga menentukan ketelitian produk yang dihasilkan. Gaya normal pemotongan dipengaruhi oleh parameter-parameter pemesinan yaitu geometri alat potong, kondisi pemesinan dan keausan alat potong. Dalam proses pembubutan terjadi gesekan antara pahat bubut dan benda kerja sehingga menghasilkan panas tinggi terhadap pahat dan benda kerja tersebut. Panas ini dianggap merugikan proses permesinan karena dapat menyebabkan pahat cepat menjadi aus, sehingga efisiensi proses permesinan menurun dan meningkatkan biaya produksi.

Umur alat potong merupakan salah satu faktor penting memperkirakan pekerjaan permesinan yaitu presisi, akurasi dan *surface finish*. Dalam proses pemesinan kondisi pekerjaan pemotongan pada mesin bubut khususnya pahat bubut HSS banyak mengalami keausan yang lebih cepat karena tanpa diberi pendingin. Pada saat diberi pendingin, aliran penyemprotan terus menerus mengalir sehingga kondisi pendinginan tidak terkontrol dengan baik.

Dari latar belakang yang telah diuraikan di atas maka penelitian ini lebih menitikberatkan pada pengaplikasian pendingin bertipe *dry machining* menggunakan *vortex tube* terhadap tingkat keausan mata pahat. Untuk proses optimasi, metode eksperimen yang digunakan adalah metode *Taguchi*.

Metode *Taguchi* adalah metode eksperimen yang bertujuan untuk memperbaiki kualitas dari suatu produk dan proses dalam waktu yang bersamaan untuk menekan biaya dan sumber daya seminimal mungkin sehingga dicapai kondisi yang optimal dan efisien (Soejanto, 2009). Metode ini digunakan untuk memberikan formulasi *layout* pengujian, mengetahui kondisi optimal dari parameter pemesinan, dan mengetahui pengaruh performansi dari parameter pemesinan terhadap keausan pahat. Dalam pembahasan secara kuantitatif diperoleh menggunakan ANOVA (*Analysis of Variance*) dengan bantuan aplikasi Minitab 16 untuk mengetahui seberapa pengaruh pendingin udara dan parameternya terhadap keausan pahat pada mesin bubut.

METODE PENELITIAN

A. Alat Dan Bahan Yang Digunakan Pada Penelitian

Adapun bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Material baja karbon rendah ST 41 dengan nilai kekerasan 44,70 HRA (142,50 BHN).
2. Mesin bubut
3. Pahat potong yang digunakan adalah pahat bubut *High Speed Steels* (HSS) dengan paduan 0,75%-1,5% Carbon (C), 4%-4,5% Chromium (Cr), 10%-20% Tungsten (W) dan Molybdenum (Mo), 5% lebih Vanadium (V), dan Cobalt (Co) lebih dari 12%.
4. *Vortex Tube* adalah salah satu alat yang dapat dipakai untuk pendingin sekaligus pemanas.
5. *Stopwatch*
6. Termometer
7. Pocket Measuring Micro
8. Kompresor
9. Jangka Sorong

B. Prosedur Penelitian

Prosedur pada penelitian ini sebagai berikut :

1. Persiapan Spesimen
Adapun langkah-langkah pembuatan base material adalah sebagai berikut:
 - a. Mengkalibrasi jangka sorong.
 - b. Mengukur dan menandai material sesuai dimensi base material yang akan diuji.
 - c. Memotong material yang telah ditandai pada poin b menggunakan gergaji.
2. Instalasi *Vortex Tube*
3. Mengukur Suhu Luaran *Vortex Tube*
Pada tahapan ini bertujuan untuk mendapatkan suhu luaran *vortex tube* yaitu 15° yang dipengaruhi oleh variasi tekanan udara input *vortex chamber*. Proses pengukuran suhu dilakukan sebanyak 3 kali menggunakan termometer pada masing-masing variasi tekanan udara input. Adapun langkah yang perlu dilakukan adalah sebagai berikut :
 - a. Kalibrasi termometer.
 - b. Melakukan pengukuran suhu luaran pada *vortex tube* pada tekanan input

(*pressure gauge*) sebesar 5 bar/psi dengan bukaan 1 putaran.

4. *Setup* Eksperimen

Pada tahapan ini dilakukan proses *setup* eksperimen untuk mendapatkan nilai keausan tepi dalam penelitian ini. Pahat HSS yang akan digunakan memiliki geometri sudut geram 12°, sudut potong bantu 18°, sudut bebas 9°.

Penentuan Parameter Pemotongan

Dua cara yang digunakan dalam desain parameter ini adalah *Orthogonal array* dan *Signal to Noise Ratio (S/N Rasio)*. *Orthogonalarray* (OA) didesain untuk mempelajari beberapa desain parameter secara bersamaan dan bisa digunakan untuk mengestimasi pengaruh dari setiap faktor independen terhadap faktor yang lain.

Langkah-langkah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Pemilihan karakter kualitas
Terdapat tiga macam karakter kualitas dalam metode eksperimen Taguchi diantaranya adalah *Smallerisbetter*, *Nominalthebetter*, dan *Largerthebetter*.
- b. Pemilihan faktor kontrol dan faktorbebas. Dalam penelitian ini dipilih faktor atau parameter bebas diantaranya, kecepatan *spindle(spindle speed)*, gerak makan (*feed rate*), kedalaman pemakanan (*depth of cut*).
- c. Pemilihan matriks *Orthogonal ArrayDesign*
Ada tiga parameter yang diteliti dalam eksperimen ini, masing-masing parameter terdiri dari tiga level.

Pelaksanaan Pembubutan

Pada penelitian ini dilakukan proses pemotongan (bubut) dengan kondisi pemotongan menggunakan pendingin udara serta variasi parameter yang telah dilampirkan pada tabel 5. Kebutuhan panjang spesimen disesuaikan dengan kecepatan pemakanan dan kecepatan pemotongan dengan waktu proses yang dilakukan 1 menit.

Metode pengukuran keausan tepi

Alat yang digunakan untuk mengukur

keausan tepi pahat adalah mikroskop VB. Pengukuran keausan tepi dilakukan dengan meletakkan mikroskop VB pada pahat, dimana mikroskop diatur sehingga sumbu optik lurus bidang mata potong. Dalam hal ini besarnya keausan tepi dapat diketahui dengan mengukur panjang VB (mm), yaitu jarak antara mata potong sebelum terjadi keausan sampai ke garis rata-rata bekas keausan pada bidang.

C. Pengolahan Data Eksperimen

Setelah data eksperimen terkumpul, maka dilakukan pengolahan data dengan perhitungan analisis varian yang terdiri dari perhitungan derajat kebebasan, jumlah kuadrat dan S/N rasio.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini parameter yang digunakan yaitu kecepatan potong, kedalaman potong, gerak makan yang masing-masing parameter terdiri dari tiga level. Setelah dilakukan pengambilan data di Laboratorium Proses Produksi, didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 1. Data Hasil Eksperimen

| Eksperimen | Vc (m/min) | f (mm/rev) | a (mm) | d (mm) | (Va) | T (min) |
|------------|------------|------------|--------|--------|------|---------|
| 1. | 58,72 | 0,09 | 1,0 | 44 | 0,3 | 139 |
| 2. | 58,72 | 0,12 | 1,5 | 44 | 0,3 | 16,29 |
| 3. | 58,72 | 0,18 | 2,0 | 44 | 0,3 | 13,5 |
| 4. | 86,35 | 0,09 | 1,5 | 44 | 0,3 | 31,5 |
| 5. | 86,35 | 0,12 | 2,0 | 44 | 0,3 | 8,4 |
| 6. | 86,35 | 0,18 | 1,0 | 44 | 0,3 | 23,25 |
| 7. | 131,25 | 0,09 | 2,0 | 44 | 0,3 | 1,44 |
| 8. | 131,25 | 0,12 | 1,0 | 44 | 0,3 | 2,3 |
| 9. | 131,25 | 0,18 | 1,5 | 44 | 0,3 | 2,23 |

Dapat diamati hasil penelitian yang disajikan pada tabel 1 bahwa keausan pahat bubut mengalami peningkatan seiring meningkatnya kecepatan potong, kedalaman makan, dan kecepatan makan. Dengan demikian secara umum dapat dikatakan bahwa semakin bertambah kecepatan potong maka keausan akan mengalami peningkatan. Pada percobaan ini, kecepatan potong, kecepatan makan dan kedalaman potong yang digunakan ada tiga level, sehingga jumlah variasi percobaan ada sembilan percobaan.

Parameter yang diubah kecepatan potong(v), kedalaman potong (a), dan gerak

makan (f) namun kecepatan potong adalah faktor yang paling berpengaruh terhadap keausan pahat. Tabel 1 dapat diamati bahwa tingkat keausan pahat bubut cenderung mengalami peningkatan pada saat kecepatan potong dan kedalaman potong bertambah. Secara umum dapat dikatakan bahwa semakin besar nilai kecepatan potong dan kedalaman potong aus pahat cenderung mengalami peningkatan. Pada kecepatan yang tinggi pahat dapat bekerja dengan waktu relatif cepat dan temperatur pahat meningkat. Namun, temperatur pahat yang tinggi ini menyebabkan keausan pahat akan cepat terjadi. Beberapa peneliti juga menemukan fenomena yang sama, antaranya adalah (Budiman dan Richard, 2007) dalam penelitiannya yang berjudul “Analisis Umur dan Keausan Pahat Karbida untuk Membubut Baja Paduan (ASSAB 760) dengan Metode *Variable Speed Machining Test*” menyatakan bahwa semakin besar kecepatan potong (v) yang digunakan maka akan mempercepat terjadinya keausan tepi pahat (V_B) sehingga umur pahat akan menurun.

Sedangkan pada gerak makan tertentu juga mengakibatkan terjadinya kenaikan keausan tepi pahat sehingga umur pahat akan menurun. Kedalaman potong yang relatif besar juga membuat umur pahat menurun karena beban yang diberikan cukup besar dan permukaan kontak yang luas menyebabkan naiknya temperatur sehingga menimbulkan pahat cepat aus karena adanya proses abrasi dan deformasi plastis (Rochim, 1993). Namun beberapa peneliti juga mengungkapkan bahwa banyak faktor lain yang mempengaruhi nilai keausan pahat, antaranya adalah gaya pemotongan. Selain itu (Groover, 1996) menyatakan ada mekanisme umum yang menyebabkan terjadinya keausan pahat antara lain abrasi, difusi, deformasi plastis, adhesi.

Pada penelitian ini, pengukuran keausan pada pemesian dengan kecepatan potong 86,35 m/min dan 131,25 m/min dilakukan pada tiap langkah, akan tetapi pada pemesian dengan kecepatan 58,72 m/min pengukuran keausan dilakukan tiap lima kali langkah pemesian. Hal ini bertujuan untuk mengurangi lamanya waktu pengambilan data pada proses pemesian. Pengukuran keausan pada kecepatan 58,72 m/min dilakukan tiap

lima langkah pemesian dikarenakan perkembangan aus pahat yang lebih lama dibandingkan dengan pemesian dengan kecepatan potong 86,35 m/min dan 131,25 m/min. Pengukuran keausan setiap variasi akan dihentikan jika pahat telah mengalami aus maksimum $V_B = 0,3$ mm (ISO 3685:1993). Selanjutnya pada bagian ini akan ditampilkan data umur pahat, aus pahat pada tiap pengambilan data pada proses pemesian. Selain itu juga akan ditampilkan geram hasil pembubutan pada bagian di awal dan di akhir pemesian, serta hasil aus pahat di awal dan di akhir pemesian. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Perkembangan aus pada pemesian dengan $f = 0,12$ mm/rev, $v = 86,35$ m/min dan $a = 2,0$ mm

| Pemesinan | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| Umur pahat | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8,4 |
| | min | min | min | min | min | min | min | min |
| Keausan pahat (mm) | 0,04 | 0,08 | 0,12 | 0,16 | 0,19 | 0,24 | 0,28 | 0,3 |

Dapat diamati pada tabel 2 bahwa, tingkat keausan pahat cenderung naik hingga akhir pemesian. Salah satu penyebab utama terjadinya keausan adalah panas atau suhu tinggi sewaktu proses pemesian. Keausan yang terjadi disebabkan oleh proses abrasif karena adanya gesekan yang terjadi antara pahat dan benda kerja.

A. Analisa Varian (ANOVA) Dan Ratio S/N Keausan Pahat

Berdasarkan data hasil pengukuran keausan pada tabel 1 di dilakukan analisa keberagaman untuk melihat pengaruh masing-masing parameter terhadap keausan pahat dengan hipotesis sebagai berikut:

- F adalah tingkat kepercayaan (signifikansi), diambil 0,05.
- df-num adalah derajat kebebasan yang digunakan sebagai pembilang.

Derajat kebebasan =
 (banyaknya faktor) x banyaknya level – 1
 = $3 \times (3 - 1) = 6$ derajat kebebasan

Tabel 3. Umur pahat versus kedalaman potong, gerak makan, kecepatan potong

| factor | Type | levels | values |
|------------------|-------|--------|--------------------|
| Kecepatan Potong | fixed | 3 | 425 ; 625 ; 950 |
| Gerak makan | fixed | 3 | 0,09 ; 0,12 ; 0,18 |
| Kedalaman Potong | fixed | 3 | 1,0 ; 1,5 ; 2,0 |

Pada Tabel 3 adalah tabel yang menggambarkan data yang akan di analisa menggunakan metode taguchi. Hal ini bertujuan untuk melihat bagaimana pengaruh kecepatan potong dan gerak makan terhadap nilai keausan pahat.

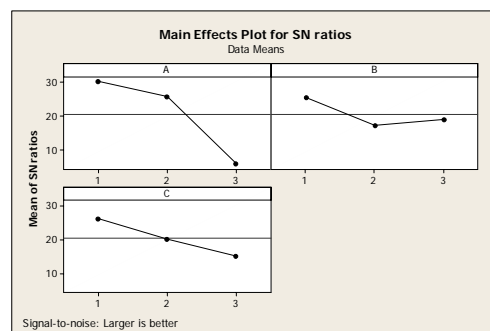
Tabel 4. Analisa Varian untuk Ratio S/N Keausan Pahat

| Source | DF | Seq SS | Adj SS | Adj MS | F | P |
|------------------|----|---------|---------|--------|-------|-------|
| Kecepatan Potong | 2 | 1001.49 | 1001.49 | 500.74 | 39.90 | 0.024 |
| Gerak Makan | 2 | 115.35 | 111.35 | 57.67 | 4.60 | 0.179 |
| Kedalaman potong | 2 | 180.68 | 180.68 | 90.34 | 7.20 | 0.122 |
| Error | 2 | 25.10 | 25.10 | 12.55 | | |
| Total | 8 | 1322.61 | | | | |

Tabel 4 di atas adalah tampilan pengolahan data yang menggunakan program *minitab*. Pada Tabel 4 tersebut dapat kita simpulkan beberapa hal. Jika nilai $P < 0,05$ berarti faktor kecepatan potong yang paling signifikan yang mempengaruhi keausan pahat. Pada penelitian ini nilai P yang didapat untuk kecepatan potong $P = 0,024$ % berarti kecepatan potong memiliki pengaruh yang signifikan terhadap keausan pahat. Untuk nilai $P > 0,05$ nilai tidak berpengaruh terhadap nilai keausan pahat atau pengaruhnya sangat kecil yaitu gerak makan dengan nilai $P = 0,179$ % dan kedalaman potong yang memiliki nilai $P = 0,122$ %. Nilai F paling besar dari ketiga faktor yang diuji adalah F untuk faktor kecepatan potong yaitu 39,90 artinya kecepatan potong memberikan pengaruh paling besar terhadap keausan permukaan. Untuk mendapatkan grafik S/N Ratio rata-rata diperoleh dari data penelitian yang di *input* kedalam program Minitab. Berikut langkah-langkah dalam mencari S/N ratio :

1. Buka aplikasi minitab
2. Klik icon T_g pada *toolbar* untuk memulainya.
3. Pilih *type of design* pada penelitian ini pilih 3-Level Design.
4. Pilih *number of factor* 3.
5. Klik *Display Available designs* dan pilih L_9
6. Klik OK.
7. Masukkan data hasil penelitian sesuai dengan hasil tabel 5 *orthogonal array* L_9 . (3^3).
8. Klik Stat - Doe - Taguchi - *Analyze Taguchi Design*.
9. Klik Option pilih *larger is better*.
10. Klik Storage centang signal to noise ratio.

Berikut ini akan ditampilkan hasil S/N ratio *larger is better* seperti grafik dibawah :



Gambar 1. Grafik S/N Ratio rata-rata untuk masing-masing level setiap faktor

Pada Gambar 1 grafik A yaitu menjelaskan data untuk kecepatan potong , grafik B menjelaskan data gerak makan, dan grafik C menjelaskan data kedalaman potong. untuk nilai 1,2, dan 3 menjelaskan level dari masing-masing parameter.

Tabel 5. Response untuk Ratio S/N Larger is Better

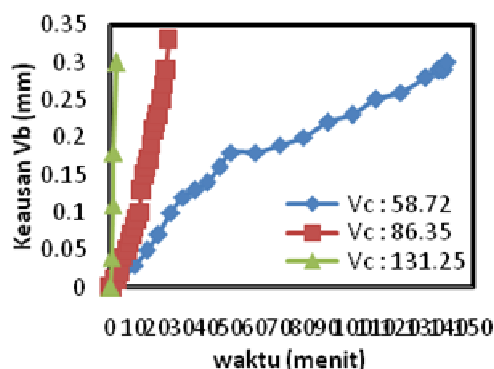
| Level | Kecepatan Potong | Gerak Makan | Kedalaman Potong |
|-------|------------------|-------------|------------------|
| 1 | 30.131 | 25.459 | 26.141 |
| 2 | 25.579 | 17.218 | 20.244 |
| 3 | 5.834 | 18.849 | 15.176 |
| Delta | 24.297 | 8.277 | 10.965 |
| Rank | 1 | 3 | 2 |

Pada tabel 5 diketahui yang sangat

signifikan yaitu pada parameter kecepatan potong. Hal itu dapat kita lihat pada Gambar 1 yang menggambarkan bahwa nilai keausan mengalami penurunan waktu saat pada kecepatan 58,72 m/min, kecepatan 86,35 m/min dan kecepatan 131,25 m/min. Pada Gambar 1 juga dapat kita amati bahwa kedalaman potong juga menaikkan nilai keausan. Hal itu dapat dilihat pada grafik yang menggambarkan kenaikan nilai keausan pada setiap level.

B. Peningkatan Keausan Pahat Potong Pada Kedalaman Potong Yang Sama

Pada bagian ini akan dibahas bagaimana pengaruh kecepatan potong terhadap keausan pahat. Peningkatan keausan pahat dapat dilihat secara visual dengan grafik keausan terhadap waktu. Untuk melihat pengaruh kecepatan potong, maka grafik yang dibuat adalah dengan kedalaman potong yang sama. Ada tiga macam kedalaman potong yang digunakan pada penelitian ini, yaitu 0,1 mm, 0,15 mm, 0,2 mm.

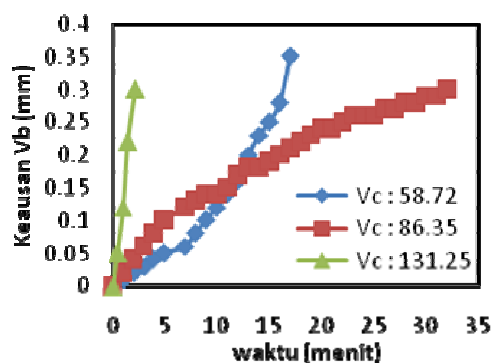


Gambar 2. Grafik keausan terhadap waktu dengan $v = 58,72$ m/min, 86, 35 m/min, 131,25 m/min, $a = 1,0$ mm

Gambar 2 dapat diamati bahwa nilai keausan mengalami meningkat jika kecepatan potong juga ditingkatkan. Dapat dilihat pada kecepatan potong 58,72 m/min umur pahat yang didapat yaitu 139 menit dan umur pahat menurun menjadi 23,25 menit pada kecepatan potong 86,35 m/min mm. Penurunan umur pahat yang cukup signifikan mencapai waktu 2,3 menit saat pemesinan pada kecepatan potong 131,25 m/min. Disimpulkan bahwa

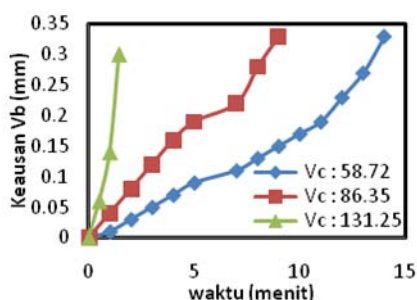
kecepatan potong 131,25 m/min nilai keausan pahat mengalami peningkatan yang sangat signifikan jika dibandingkan dengan pemesinan menggunakan kecepatan potong 86,35 m/min dengan kecepatan potong 58,72 m/min. Hal ini berarti pada pemesinan dengan kedalaman potong yang sama, kecepatan potong memiliki pengaruh terhadap penurunan umur pahat. Semakin besar kecepatan potong maka akan bertambah temperatur pahat yang dihasilkan dari hasil gesekan pahat dengan material.

Pada pemesinan ini keausan disebabkan oleh proses abrasif yang timbul dari gesekan yang terjadi antara pahat dengan benda kerja yang menempel pada bidang tepi pahat. Proses abrasif ini menyebabkan keausan tepi pahat yang akan tumbuh dengan bertambahnya waktu.



Gambar 3. Grafik keausan terhadap waktu dengan $v = 58,72$ m/min, 86, 35 m/min, 131,25 m/min, $a = 1,5$ mm

Gambar 3 adalah grafik dari pengaruh pada kedalaman potong 1,5 mm ini berbeda dengan sebelumnya, pemesinan pada kedalaman potong 1,5 mm juga akan mengalami peningkatan keausan jika kecepatan potong ditingkatkan. Jika dilihat pada tiap kecepatan potong yang digunakan maka akan terjadi peningkatan keausan pahat yang meningkat pada kecepatan 131,25 m/min dibandingkan dengan pemesinan menggunakan kecepatan potong 86,35 m/min dan 58,72 m/min.

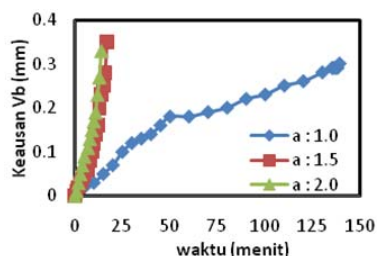


Gambar 4. Grafik keausan terhadap waktu dengan $v = 58,72$ m/min, $86,35$ m/min, $131,25$ m/min, $a = 2,0$ mm

Gambar 4 dapat dilihat dari pengaruh pada kedalaman potong $2,0$ mm. Pada kecepatan potong $131,25$ lebih cepat mengalami keausan yaitu dengan waktu $1,44$ menit dibandingkan dengan kedalaman potong $1,0$ mm dan $1,5$ mm, ini disebabkan kedalaman potong yang besar yaitu $2,0$ mm sehingga kedalaman potong sangat berpengaruh signifikan. Jika dilihat keseluruhan pada tiap kedalaman potong setiap kecepatan potong $58,72$ m/min, $86,35$ m/min dan $131,25$ m/min terjadi peningkatan keausan pahat seiring bertambahnya kecepatan potong dan kedalaman potong berpengaruh signifikan. Kedalaman potong berpengaruh signifikan terhadap penurunan umur pahat seiring bertambahnya kecepatan potong.

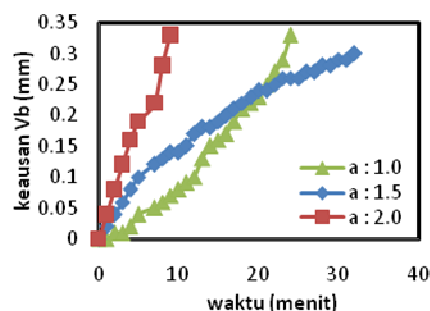
C. Peningkatan Keausan Pahat Bubut Pada Kecepatan Potong Yang Sama

Pada bagian ini akan dibahas mengenai bagaimana pengaruh kedalaman potong terhadap tingkat keausan pahat. Kecepatan potong yang digunakan pada penelitian ini ada tiga macam, yaitu $58,72$ m/min, $86,35$ m/min dan $131,25$ m/min.



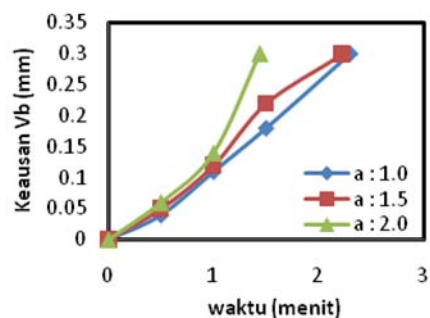
Gambar 5. Grafik keausan terhadap waktu dengan, $v = 58,72$ m/min, $a = 1,0$ mm, $1,5$ mm, $2,0$ mm

Gambar 5 dapat diamati bahwa tingkat nilai keausan akan mengalami peningkatan seiring bertambahnya kedalaman potong sehingga pada pemrosesan dengan kedalaman potong $1,0$ mm umur pahat akan lebih lama masa pakainya yaitu mencapai 139 menit dibandingkan dengan kedalaman potong $1,5$ mm dengan waktu $16,29$ menit dan kedalaman potong $2,0$ mm yaitu dengan waktu $13,5$ menit.



Gambar 6. Grafik keausan terhadap waktu dengan, $v = 58,72$ m/min, $a = 1,0$ mm, $1,5$ mm, $2,0$ mm

Gambar 6 dapat diamati bahwa nilai keausan akan mengalami meningkat seiring bertambahnya kedalaman potong, ini sama halnya pada kasus sebelumnya yang terus meningkat nilai keausan dengan bertambahnya kedalaman potong. Keausan yang terjadi sangat signifikan terjadi pada kedalaman potong $2,0$ mm yaitu dengan waktu $8,4$ menit.



Gambar 7. Grafik keausan terhadap waktu dengan $v = 131,25$ m/min, $a = 1,0$ mm, $1,5$ mm, $2,0$ mm

Dari ketiga level kedalaman potong $a = 1,0$ mm, $1,5$ mm, dan $2,0$ mm ini mempengaruhi dalam proses pembubutan karena disebabkan oleh peningkatan temperatur seiring bertambahnya kecepatan potong sehingga pemotongan yang terjadi pada

temperatur dan tekanan yang tinggi. Pada kecepatan tinggi ini keausan yang terjadi akibat proses deformasi plastik karena pahat menerima tekanan yang besar sehingga temperatur pahat yang tinggi dan pahat akan mengalami perubahan bentuk awal. Keausan tepi pahat semakin meningkat dengan bertambahnya kecepatan potong. Temperatur pahat ini akan terus meningkat pada bidang utama karena pada luas bidang kontak yang mengakibatkan pahat lunak dan keausannya menjadi lebih cepat melalui proses abrasif dan deformasi plastik (Rochim, 1993).

KESIMPULAN

Dari eksperimen tentang aplikasi udara dingin *vortex tube* pada pembubutan baja ST 41 menggunakan pahat HSS dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Kondisi terbaik untuk umur pahat dari parameter pemesinan yang berpengaruh terhadap keausan pahat adalah pada kecepatan potong 58,72 m/min dengan kedalaman potong 1,0 mm dan gerak makan 0,09 mm/rev.
2. Dari analisa S/N ratio diperoleh parameter pemesinan yang memiliki pengaruh signifikan terhadap keausan pahat adalah kecepatan potong dengan nilai kontribusi $P = 0,024$ karena tidak melebihi $P > 0,05$.
3. Dari tiga faktor yang diuji (kedalaman potong, gerak makan, kecepatan potong) dengan tiga level untuk setiap faktor ternyata gerak makan berpengaruh sangat kecil terhadap umur pahat dibandingkan dengan kedalaman potong dan kecepatan potong yang memberikan pengaruh lebih besar terhadap umur pahat. Pengaruh umur pahat yang paling besar kontribusi yang diberikan oleh faktor kecepatan potong.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Budiman, Hendri dan Richard, 2007, *Analisis Umur Pahat Karbida untuk Membubut baja Paduan (ASSAB 76) dengan Metoda Variable Speed Machining Test*, Jurnal Teknik Mesin,

- Universitas Bung Hatta, Padang
- [2] Groover, P, Mikell, 1999, "Fundamental of Modern Manufacturing Materials, Proses, and Systems", Jhon Wiley & Sons Inc, New York
- [3] Nuryanto, S, Apri, 2006, Pengaruh Kecepatan Potong, Fedding, Dan Kedalaman Potong Terhadap Umur Pahat Hss Yang Dilapisi Ain-Tin-Ain, Skripsi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta
- [4] Rochim, Taufiq, 1993, *Proses Pemesinan*, ITB, Bandung
- [5] Soejanto, Irwan, 2009, *Desain Eksperimen Dengan Metode Taguchi*, Graha Ilmu, Yogyakarta