ISSN : 2548-1878 (Online)
ISSN : 2548-186X (Cetak)

PENGARUH METALURGI PERMUKAAN TERMESIN TERHADAP BUBUT PEMESINAN KERING DENGAN BAJA AISI 4337

Suhardi Napid
Dosen Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik UISU

ABSTRAK

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh metalurgi permukaan termesin akibat bubut pemesinan kering melihat perubahan struktur sub permukaan termesin dan kekerasan mikro yang diperoleh dengan konsep pemesinan kering guna memberikan pertimbangan pemesinan kering dapat digunakan pada pemesinan baja AISI 4337. Perubahan struktur sub permukaan melalui pengetsaan menggunakan mikroskop optikal. Pengujian kekerasan permukaan termesin dilakukan dengan metode kekerasan Vickers. Pengolahan dan analisa data dapat dilakukan dengan metode statistik. Pada pengujian kekerasan diperoleh nilai kekerasan Vickers rata-rata (HV_{avg}) dengan pemesinan kering untuk kondisi pemotongan optimum yaitu HPH1,0.1= 260,0899,HPH8,0.3 = 268,0662 HPH8,0.6 = 282,5247 dan kemudian nilai HV_{avg} pada pemesinan basah didapati HPB1,0.1= 257,9939, HPB8,0.3 = 259,1587 dan HPB8,0.6= 260,470. Dengan demikian pemesinan kering memberikan kekerasan termesin yang lebih baik melalui nilai *HV* dan perbedaan yang signifikan tak diperoleh apabila dianalisa secara statistik berbanding dengan pemesinan basah, sehingga pemesinan kering merupakan suatu peluang baik digunakan dalam industri manufaktur.

Kata kunci : Metalurgi permukaan termesin, bubut pemesinan kering, baja AISI 4337

1. PENDAHULUAN

Metalurgi permukaan merupakan suatu kajian yang berkenaan dengan sifat alami lapisan permukaan yang dihasilkan dalam pemesinan yang mana bagian bidang dari *surface integrity* (keutuhan permukaan). Suatu permukaan termesin dapat saja mengalami perubahan metalurgi jika komponen tersebut dimesin (Field M 1971).

Keutuhan permukaan dapat juga dipengaruhi oleh transformasi metalurgi, deformasi plastik, retak mikro , suhu, residual stress (Kalpakjian 1995). Terjadinya transformasi metalurgi akibat temperatur tinggi akan menyebabkan perubahan mikro struktur sekaligus menimbulkan perubahan sifat mekanisnya yaitu kekerasan. Perubahan sifat di atas tidak hanya bergantung pada kekerasan tetapi juga bergantung pada kekuatannya. Keutuhan permukaan dapat dipengaruhi oleh cairan pemotongan dalam proses pemesinan.

Canter (2003) menyatakankan 16 persen dari dari total ongkos produksi merupakan kontribusi untuk cairan pemotongan. Biaya 16 % ini bila dikonversikan kepada total ongkos produksi dari industri otomotif di Amerika mencapai 48 milyar dolar, 1 milyar mark di Jerman dan 78 milyar yen di Jepang (Feng dan Hattori, 2004). Berdasarkan nilai di atas, cairan pemotongan disarankan ditiadakan dikarenakan mengeluarkan biaya yang sangat besar, mempengaruhi dampak lingkungan, gangguan kesehatan pada operator / teknisi mesin. (Tonshoff dan Mohfeld,1997) dan (Sreejith dan Ngoi, 2000). Jadi cairan pemotong dan cairan pemotongan bekas merupakan masalah yang perlu diperhitungkan. Sreejith & Ngoi (2000) melaporkan bahwa undang-undang lingkungan telah diberlakukan untuk menangani cairan pemotongan ini dengan tepat. Namun penanganan yang tepat membutuhkan biaya yang tak sedikit. Hong, S.Y dan Ding, Y (2001) melaporkan bahwa di Amerika diperlukan biaya dua kali nilai cairan pemotongan dan di Eropa empat kali, untuk menguraikan cairan pemotongan agar aman dibuang ke alam bebas. Hal ini bukan penyelesaian karena biaya penguraian tersebut akan meningkatkan lagi ongkos produksi , maka pakar pemesinan diminta untuk mencari jalan keluar. Akhirnya para pakar pemesinan merekomendasikan metode pemesinan kering (MTA-SME, 2001).

Pada konsep pemesinan kering cairan pemotongan tidak lagi digunakan dalam jumlah yang besar atau jika mungkin ditiadakan sama sekali (SME 2000, Sreejith & Ngoi 2000). Implementasi konsep ini belum banyak dilaporkan peneliti untuk memesin bahan baja, tetapi Che Haroen, Ginting,A, Goh JH (2001)

ISSN : 2548-1878 (Online)
ISSN : 2548-186X (Cetak)

melaporkan bahwa kecenderungan pemesinan kering lebih baik dari pada pemesinan basah untuk membubut baja perkakas menggunakan pahat karbida berlapis. Kecendrungan itu meliputi beberapa aspek diantaranya umur pahat, topografi permukaan dan metalurgi permukaan. Ginting, A dan Che Haroen (2001) melaporkan walaupun umur pahat pemesinan basah didapati lebih panjang dari pemesinan kering tetapi kualitas keutuhan permukaan hasil pemesinan basah ketika umur pahatnya melampaui umur pahat pemesinan kering didapati tidak lagi memenuhi kriteria yang dapat diterima. Selain itu, Graham (2000) dan Canter (2003) juga melaporkan pemesinan kering baik dilakukan untuk bahan besi coran dan baja paduan. Namun, mereka tidak melaporkan hasil yang lebih terinci, khususnya yang berkenaan dengan keutuhan permukaan.

Oleh sebab itu perlu untuk mengetahui pengaruh pemesinan kering terhadap metalurgi permukaan termesin, khususnya bahan baja AISI 4337 yang banyak digunakan sebagai struktur teknik dan kajian dilakukan meliputi perubahan struktur sub permukaan dan perubahan kekerasan mikro.

2. PERUMUSAN MASALAH

Liew (2004) menyatakan bahwa industri pemotongan logam (*metal*) saat ini masih menggunakan cairan pemotongan. Keutuhan permukaan hasil pemesinan dipengaruhi oleh kedalaman potong, pemakanan dari pahat, radius pojok dan cairan pemotongan (Downson dan Kurfess, 2004).

Tanpa penggunaan cairan pemotongan pada pemotongan kering akan menyebabkan suhu pemotongan tinggi dan gaya gesekan yang lebih besar akan terjadi pada kawasan pemotongan sebab suhu dan gesekan akan berakibat gangguan pada umur pahat dan keutuhan permukaan seperti kekerasan permukaan yang tinggi dan gangguan sub permukaan termesin. Demikian juga, Canter (2003) melaporkan bahwa tanpa cairan pemotong, keausan pahat yang berlebihan dan kemasan permukaan yang lebih buruk selama pemesinan maka kedua faktor ini akan meningkatkan biaya fabrikasi dan mengurangi hal produktifitasnya. Apabila pemesinan kering diimplementasikan pada baja AISI 4337, masalah yang mungkin dihadapi adalah :

1. Baja AISI 4337 merupakan bahan liat (*ductile*), tanpa cairan pemotongan menyebabkan gesekan dan panas yang tinggi.
2. Penurunan kecepatan pemotongan dan melekatnya geram pada permukaan benda kerja yang liat mempengaruhi kualitas permukaan termesin
3. *Chatter* dapat memberikan permasalahan serius terhadap kemasan permukaan.

Pemesinan kering berhasil dilakukan pada pemesinan dari beberapa bahan logam seperti besi tuang, baja karbon, paduan titanium (Kloche & Eisenblatter 1977; Sreejith & Ngoi 2000; Graham 2000; Haron 2001). Pada pemesinan kering, BUE (geram susulan) tidak terbentuk karena dilakukan kecepatan pemotongan tinggi. Pengurangan kedalaman potong dengan kecepatan potong tinggi akan diperoleh kenaikan aus pahat atau memperpendek umur pahat. Semakin halus permukaan termesin maka sifat mekaniknya lebih baik yaitu berupa kekuatan dan kekerasan. Penggunaan cairan pemotong pada proses pemesinan dengan bahan baja AISI 4337 akan memberikan sejumlah masalah yaitu biaya produksi, keselamatan dan kesehatan pekerja serta dampak lingkungan. Untuk mengatasi hal tersebut maka perlu diubah metode pemesinan dari pemesinan basah ke metode pemesinan kering, sehingga mengurangi biaya produksi dan terhindar dari masalah pencemaran lingkungan.

3. LANDASAN TEORI

Metalurgi permukaan merupakan bagian dari keutuhan permukaan (*surface integrity*) yang membahas perubahan permukaan benda kerja hasil pemesinan akibat beban yang diberikan selama proses pemesinan berlangsung. Perubahan struktur sub permukaan dipengaruhi oleh adanya faktor suhu,tegangan sisa, ubah bentuk plastik maka bagian metalurgi permukaan yang akan diidentifikasi meliputi perubahan struktur sub permukaan dan perubahan kekerasan mikro. Suatu permukaan hasil pemesinan dari bahan baja paduan memiliki unsur paduan terdiri dari krom (Cr), molibden (Mo) dan nikel (Ni). Unsur paduan membentuk larutan padat yang akan meningkatkan sifat mekanisnya seperti kekuatan, keuletan dan tahan aus yang mana dapat berfungsi sebagai penstabil karbida.

a. Metalografi

Sebelum melakukan pengetsaan pada spesimen terlebih dahulu dilakukan tahap

ISSN : 2548-1878 (Online)
ISSN : 2548-186X (Cetak)

penggerindaan mekanis dengan air dimana permukaan specimen yang dipersiapkan digrinda menggunakan berbagai tingkatan kertas pasir (abrasif). Tahap selanjutnya adalah *polishing* (pemolesan) dengan menggunakan partikel abrasif (alumina) yang berada pada serabut kain. Tujuannya adalah untuk menghasilkan permukaan terang/mengkilat dimana relative tanpa goresan secara visual. Pengetsaan digunakan dalam metalografi yaitu terutama untuk mendapatkan struktur mikro dari suatu specimen dengan mikroskop optikal. Suatu spesimen yang cocok untuk pengetsaan harus memasuki suatu daerah material yang dipolis bebas dari perubahan disebabkan oleh deformasi permukaan, corengan (*smear*), tarikan (*pullout*) dan goresan. (ASM Handbook vol. 9 *Metallography and microstructures*, 1985)

b. Kekerasan Mikro (*microhardness*)

Salah satu teknik pengujian kekerasan yaitu pengujian Vickers. untuk setiap pengujian suatu penumbuk (*indenter*) intan yang sangat kecil memiliki geometri bentuk piramid yang ditekan pada permukaan spesimen. Beban yang digunakan lebih kecil dibandingkan dengan Rockwell dan Brinell berkisar antara 1 gram sampai dengan 1000 gram. Hasil tersebut diamati dengan mikroskop dan diukur. Pengukuran ini kemudian diubah dalam suatu bilangan kekerasan (Callister,1993). Dalam penelitian ini dilakukan pengujian kekerasan Vickers, yang mana uji kekerasan menggunakan penumbuk piramid intan yang dasarnya berbentuk bujur sangkar. Sebelum melakukan uji kekerasan terlebih dahulu haru meratakan permukaan dengan penggerindaan dan polishing untuk mengkilatkan permukaan, kemudian setelah permukaan benar rata dan mengkilat dilakukan penekanan terhadap permukaan spesimen dengan beban tertentu dalam satuan gram. Nilai kekerasan HV didefenisikan sebagai beban dibagi diagonal bekas penekanan. Pengukuran kekerasan suatu permukaan hasil pemesinan diperoleh dengan persamaan :

$$HV = 1.854\,\frac{P}{d_1^{\,2}} \qquad (1)$$

Keterangan :

HV = kekerasan Vickers

P = beban (gram)

$d_1^{\,2}$ = diagonal bekas penekanan (μm)

(Callister, 1993)

c. Persamaan Statistik

H_0: Tidak ada perubahan Ra_{avg} antara pemesinan kering dan basah

H_1: Ada perbedaan Ra_{avg} antara pemesinan kering dan basah

$$S_{d1} = \sqrt{\frac{\sum (X_1 - \bar{X}_1)^2}{n-1}} \qquad (2)$$

$$S^2{}_P = \frac{(n_1 - 1).S_{d1}{}^2 + (n_2 - 1)S_{d2}{}^2}{n_1 + n_2 - 2} \qquad (3)$$

$$Z = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_P\sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \qquad (4)$$

Ronald E. Walpole (1993)

d. Baja AISI 4337

Pada umumnya baja diklasifikasikan atas baja lunak, baja liat, baja agak keras dan baja keras. Baja liat dan baja agak keras banyak dipilih untuk poros.

Baja paduan untuk poros terdiri dari baja khrom nikel, baja khrom nikel molibden, baja khrom dan baja khrom molibden. Adapun jenis baja paduan yang digunakan adalah baja khrom nikel molibden dengan standar AISI 4337. Poros yang dipakai untuk putaran tinggi dan beban berat biasanya dibuat dari baja paduan dengan pengerasan kulit yang sangat tahan terhadap keausan (Sularso dan Suga, 1997).

Beberapa unsur paduan lain yang ditambah untuk meningkatkan sifat yang khas adalah molidenum,nikel, silikon, mangan, fosfor, belerang.

e. Pemesinan Kering

Prestasi dan biaya operasi pemesinan kering telah didokumentasikan dengan menggunakan pencegahan polusi lingkungan. Informasi ini akan berguna bagi perusahaan mempertimbangkan pemesinan kering. Pemesinan kering meniadakan kebutuhan cairan pemotong. Pemesinan kering telah mencapai langkah-langkah tersebut yang mana terbukti bekerja dengan kondisi yang diberikan efektif hanya untuk kecepatan potong tinggi,

ISSN : 2548-1878 (Online)
ISSN : 2548-186X (Cetak)

pemakanan rendah dan mereduksi kedalaman potong. Pabrik mobil kini memanfaatkan pemesinan kering. Sreejeith dan Ngoi (2000) melaporkan bahwa pemesinan kering dikatagorikan sebagai pemesinan kering jika ditinjau dari sisi pencemaran terhadap lingkungan.

Pemesinan kering meniadakan kebutuhan untuk pembuangan dan pembelian cairan pendingin, menghapus ditutupnya produksi pembersih pemesinan dan meningkatkan keselamatan dan kesehatan pekerja. Pemesinan kering juga akan memberikan lebih bersih lingkungan benda kerja seperti tak adanya minyak yang melekat benda kerja. Selain itu, geram akan menjadi tak terkontaminasi. Keuntungan biaya dari pemesinan kering meliputi tanpa pendingin, tanpa pompa pendingin, tak ada pembelian filter dan tak ada penjualan pembersih geram (Bulloch, 2004).

4. BAHAN, ALAT DAN METODE

a. Bahan

Tabel 1. Komposisi Kimia dan Sifat Mekanik Pahat Carbida Lapisan TIN

CO (%)	Karbida komposit (%)	Kekera-san (HV)	Ketang-guhan (Mpa)	Spesifikasi lapisan
11	12	1420	6,9	TiN+Ti(C,N)+ Al_2O_3

Sumber : *Tool and inserts for turning* ,Ceratizit 2004

Material yang digunakan AISI 4337 yang merupakan baja paduan dengan komposisi kimia dan sifat mekanik sebagai berikut :

Tabel 2. Komposisi kimia dari material benda kerja (dalam %)

Unsur	%
C	0,30 – 0,38
Si	0,15-0,40
Mn	0,40-0,70
P	≤ 0,035
S	≤ 0,035
Cr	1,40-1,70
Mo	0,15-0,30
Ni	1,40-1,70

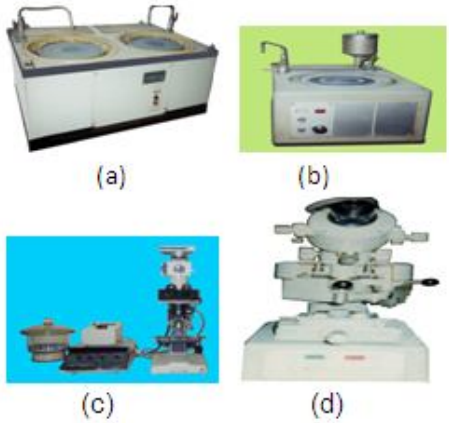
Sumber : PT. Suminsurya Mesindo Lestari, AISI 4337

Tabel 3. Sifat mekanik

Kekuatan luluh (N/mm^2)	785
Kekuatan tarik (N/mm^2)	980 – 1180
Elongasi (%)	11
Reduksi (%)	50
Kekuatan impak (Joule)	48
Kekerasan HV	300 – 360

Sumber : PT. Suminsurya Mesindo Lestari , AISI 4337

b. Alat



Gambar 1. Peralatan Penunjang Metalurgi Permukaan

Keterangan:
a. Mesin penggerindaan
b.Mesin polishing
c. Mikroskop dan specimen
d. Microhardness test

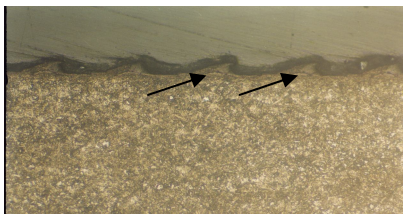
c. Metode

Pembubutan baja paduan AISI 4337 yang berbentuk batang silinder dilakukan dengan menggunakan mesin CNC yang mana diberikan variasi keausan VB = 0,1 mm, 0,3 mm dan 0,6 mm. Hasil pemesinan bubut memiliki 9 kondisi pemotongan berbeda ketika dilakukan pada pemesinan kering. Struktur mikro diperoleh setelah dilakukan pengujian pengetsaan pada permukaan dan tampilan gambar dapat dianalisa kemudian dilakukan pengujian kekerasan digunakan alat microhardness test dengan terlebih dahulu melakukan penggerindaan untuk meratakan suatu permukaan dan pemolesan sampai permukaan rata benar dan berkilat kemudian dilakukan penekanan terhadap permukaan spesimen hasil pemesinan dengan uji vickers dimana beban dalam satuan gram. Data permukaan hasil pemesinan kering dan pemesinan basah yang mengandung nilai kekerasan permukaan diolah dan dianalisa secara statistik alat microhardness test dengan terlebih dahulu melakukan penggerindaan untuk meratakan suatu permukaan dan pemolesan sampai permukaan rata benar dan berkilat kemudian dilakukan penekanan

ISSN : 2548-1878 (Online)
ISSN : 2548-186X (Cetak)

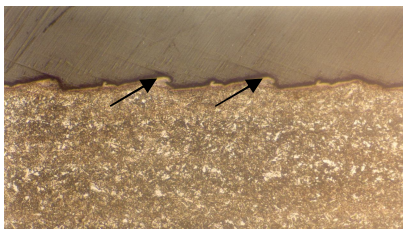
terhadap permukaan spesimen hasil pemesinan dengan uji vickers dimana beban dalam satuan gram. Data permukaan hasil pemesinan kering dan pemesinan basah yang mengandung nilai kekerasan permukaan dapat diolah dan dianalisa.

5. HASIL DAN PEMBAHASAN



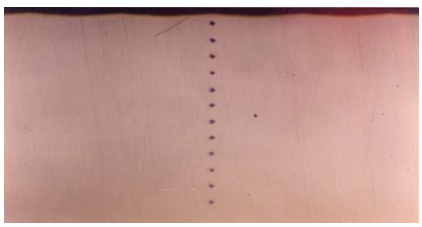
Gambar 2. Struktur Mikro dengan HPK2,0.6

Dengan geometri pahat 12° menunjukkan adanya perubahan struktur sub permukaan yang mana panas pada benda kerja cukup tinggi sehingga lapisan terluarnya mengeras mengakibatkan terbentuknya lubang seperti kawah terlihat pada gambar.2.



Gambar 3. Struktur Mikro dengan HPH5,0.6

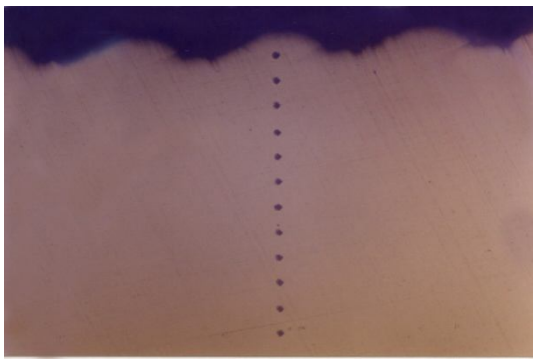
Dengan geometri pahat 6° memberikan lapisan permukaan terluar lebih lunak, fenomena yang terjadi pada lapisan permukaan terluar adalah struktur dasar putih yang menyelubungi lapisan permukaan yaitu ferit seperti gambar 3.



Gambar 4. Kekerasan Mikro setelah penetrasi permukaan pada HPK 4,0.1

Gambar 4 terlihat bahwa suatu lapisan permukaan terluarnya lebih keras pada tumbukan pertama (HV_{avg} = 285,2308) dan tereduksi kembali pada tumbukan ke 2 dan 3 dan mengalami kenaikan kembali pada tumbukan ke 4 (*HV* = 321,875). Tumbukan berikutnya nilai *HV* berfluktuasi sampai tumbukan ke 12 (*HV* = 309). Lapisan permukaan terluar lebih keras disebabkan baja dan unsur paduan lebih awal menerima panas lebih tinggi dari lapisan sub permukaan lainnya sehingga lebih keras dan rata-rata nilai *HV* permukaan lebih keras.

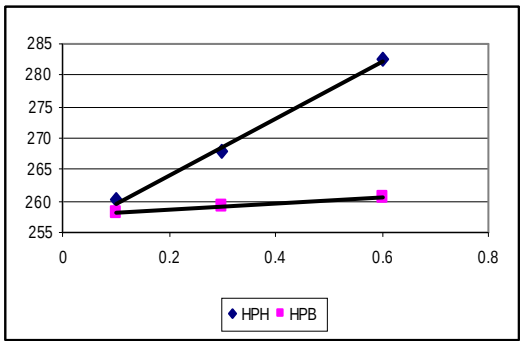
Gambar 5 menunjukkan suatu permukaan yang mana lapisan permukaan terluarnya (*HV* = 274,2604) memberikan kekerasan sedikit lebih kecil pada lapisan permukaan untuk tumbukan kedua (*HV* = 285,2308) yang disebabkan unsur paduannya yang bersifat sebagai pembentuk karbida dan baja mengabsorsi panas relatif rendah ketika diberi tekanan sehingga konsentrasi tegangan rendah.



Gambar 5. Kekerasan Mikro setelah penetrasi permukaan pada HPK 7,0.6

Untuk tumbukan berikutnya terjadi perubahan kekerasan yang berfluktuasi sampai mencapai tumbukan ke 12 hingga kembali kekerasan permukaan semula yaitu dengan kekerasan *HV* = 274,2604. Kekerasan pada permukaan HPK7,0.6 memiliki kekerasan *HV* yang lebih merata disebabkan karena unsur paduannya yang terdiri dari Cr, Ni dan Mo larut dengan baja dalam bentuk padat yang lebih baik. Dari ke dua gambar tersebut hasil permukaan HPK4,0.1 memiliki kekerasan permukaan lebih baik dibandingkan dengan kedua hasil pemesinan lainnya karena kekerasan sebanding dengan kekuatan sehingga makin keras maka keuletannya sedikit berkurang.

ISSN : 2548-1878 (Online)
ISSN : 2548-186X (Cetak)



Gambar 6. Hubungan Keausan VB dengan Kekerasan Permukaan

Gambar 6 memperlihatkan keausan VB berbanding lurus terhadap kekerasan permukaan dimana kedua grafik diatas yaitu hasil pemesinan kering (HPH) dan hasil pemesinan basah (HPB) memberikan perbedaan kekerasan *HV*. Nilai kekerasan *HV* pemesinan basah lebih rendah akibat faktor suhu yang rendah pada permukaan hasil pemesinan dengan keausan VB yang sama. Pada proses pemesinan kering gesekan dan panas yang terjadi akan sangat tinggi dimana pahat akan mengalami keausan pada bidang tepinya (VB) yang berhubungan langsung dengan permukaan benda kerja . Keausan bagian tepi akan terjadi dengan variasi VB = 0,1 mm, 0,3 mm dan 0,6 mm. Keausan VB semakin tinggi maka permukaan benda kerja akan mengalami gesekan dan panas yang lebih tinggi karena ujung mata potong pahat mengalami ketumpulan dengan konsekuensi permukaan benda kerja hasil pemesinan akan lebih keras. Jadi keausan VB sangat mempengaruhi kekerasan , semakin besar keausan VB maka kekerasan *HV* mengalami peningkatan. Dari grafik dapat dilihat bahwa kekerasan *HV* merupakan variabel terikat yang mana kekerasan sebagai fungsi dari keausan VB. Perhatikan Tabel 5 yaitu data hasil kekerasan permukaan pemesinan kering dan basah pada kondisi pemotongan optimum

Tabel 5. Data Hasil Kekerasan Permukaan Pemesinan Kering dan Basah pada kondisi pemotongan optimum

Hasil Pe-mesinan	PERBANDINGAN KEKERASAN (*HV*)	
	Kering	Basah
HP1,0.1	260,0809	257,9939
HP8,0.3	268,0662	259,1587
HP8,0.6	282,5247	260,4706

Untuk mengetahui perbedaan yang signifikan atau tidak antara pemesinan kering dan basah melalui Tabel 5 dapat dilakukan secara statistik yaitu sebagai berikut:

Melalui data pemesinan kering dan basah diperoleh

Statistik Pemesinan Kering dan Basah untuk Kekerasan Permukaan *HV*

H_0 : Tidak ada perubahan HV_{avg} antara pemesinan kering dan basah

H_1 : Ada perbedaan HV_{avg} antara pemesinan kering dan basah

Melalui Tabel 5 data pemesinan kering dan basah diperoleh :

$$\bar{X}1 = 270{,}223 \quad \text{dan} \quad \bar{X}2 = 259{,}207$$

$$S_{d1} = \sqrt{\frac{\Sigma(X_1 - \bar{X})^2}{n-1}} = 11{,}376$$

$$S_{d2} = 1{,}238$$

$$S^2{}_P = \frac{(n_1 - 1).S_{d1}{}^2 + (n_2 - 1)S_{d2}{}^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

$$S_P = \sqrt{183{,}094} = 8{,}091$$

Statistik uji :

$$Z = \frac{\bar{X}1 - \bar{X}2}{S_P\sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} = 1{,}667$$

$\alpha = 0{,}05$; $Z_{\frac{\alpha}{2}} = Z_{0{,}025} = 1{,}96$ yang mana nilai 1,96 diperoleh berdasarkan tabel.

Kriteria uji : Tolak H_0 jika $Z > Z_{0,025}$ atau $Z < -Z_{0,025}$

Maka H_0 diterima dimana tidak ada perbedaan yang signifikan. Ronald E. Walpole (1993)

6. KESIMPULAN

Dari hasil dan pembahasan yang telah dipaparkan di atas dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

ISSN : 2548-1878 (Online)
ISSN : 2548-186X (Cetak)

1. Dari hasil pemesinan HPH5,0.6 pada gambar 3. memberikan hasil pemesinan lebih baik dari HPH2,0.6 (gambar 2) disebabkan kecepatan potong yang lebih tinggi (V=250 m/min) akibatnya panas pada benda kerja meningkat untuk dapat meningkatkan kekuatan dan kekerasan.
2. Dari analisa hasil pemesinan bubut daribahan baja paduan AISI 4337 terhadap permukaan bahwasanya pemesinan kering sedikit lebih baik dari pada pemesinan basah yaitu dengan cara membandingkan hasil pemesinan dalam bentuk kondisi pemotongan optimum terhadap kekerasan *HV* atau tidak ada perbedaan signifikan antara pemesinan kering dan pemesinan basah yang dapat dianalisa secara statistik berdasarkan Tabel 5.
3. Peningkatan panas yang dialami benda kerja hasil pemesinan selama proses pemesinan sangat dipengaruhi oleh bertambahnya kelajuan aus pahat VB yaitu 0,1 mm dan 0,6 mm, akibatnya kekerasan permukaan hasil pemesinan semakin keras seperti diperlihatkan pada Gambar 4.
4. Kekerasan permukaan pada pemesinan kering lebih besar nilai HVnya dari pada pemesinan basah hal ini disebabkan tanpa cairan pemotongan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] ASM Handbook,vol.9 *Metallography and mictostructures*, 1985.
[2] Bulloch H, *Research & Technology Transfer Workgroup Dry Machining*, 2004.
[3] Callister Jr WD, *Material Science and Engineering*, 1993.
[4] Canter Neil M, *The Possibilities and Eliminations of Dry Machining*, 2003.
[5] Che Haroen, Ginting A, Goh JH, *The Influences of tool wear and Tool Life on Surface Integrity During Turning Tool Steel Using Uncoated Carbide*, 43-52, 2001.
[6] Dawson and Thomas R.Kurfess, *Tool life, Wear rates and Surfaces Quality In Hard Turning, journal* 2004.
[7] Feng & Hattori, *Cost and Process information Modeling for Dry Machining*, 2004.
[8] Field M, *Review of Surface Integrity of Machined Component*, 1971.
[9] Hong, SY dan Ding, Y, *Cooling Approach and Cutting Temperature in Cryogenic Machining of Ti-6 Al-4V, International journal of machine tool and manufacture*, 1417-1437, 2001.
[10] KalpakjianS, *Manufacturing Engineering and Technology*, 1995.
[11] LiewWYH, Yuan, Ngoi BKA, *Evaluation of Machining of Performance of STAVAX with PCBN Tools*, 2004.
[12] MTA-SME, *Machining Technology Trens 2001, The Futue of Machining Technology and Porcess Machining Technology Association of The Society Manufacturing Engineering*, 1-33, 2001.
[13] Ronald E.Walpole , *Pengantar Statistik*, Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama,1993.
[14] Sreejith PS dan Ngoi BKA, *Dry Machining : Maching of Future*, 2000.
[15] Sularso dan Suga K, *Dasar perencanaan dan pemilihan elemen mesin*, 1997.
[16] Tonshoff dan Mohfeld, *PVD-Coating for wear protection in dry cutting*, 1997.