

PENGARUH VARIABEL PEMOTONGAN PADA PEMESINAN KERING BAJA AISI 1045 MENGUNAKAN PAHAT KARBIDA TAK BERLAPIS

Ir. Abdul Haris Nasution, MT.

Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik UISU Medan

ABSTRAK

Pemotongan logam adalah salah satu aktifitas utama dalam industri logam, pada pemotongan logam ada tiga variabel yang sangat berpengaruh yaitu (kecepatan potong v , pemakanan f dan kedalaman pemotongan a). Pada saat ini pemesinan kering telah banyak diterapkan dalam dunia Industri dikarenakan pemesinan kering dapat mengurangi biaya operasional produksi dan tidak direpotkan lagi oleh pembuangan limbah cairan pemotongan yang dapat merusak lingkungan serta biaya yang besar untuk pembuangannya. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan pengaruh variabel pemotongan pada pemesinan kering baja AISI 1045 menggunakan pahat karbida tak berlapis. Adapun metode yang digunakan adalah metode 2^3 faktorial dengan memvariasikan variabel pemotongan, yaitu $v_1 = 300$ m/menit, $f_1 = 0,15$ mm/putaran, $a_1 = 0.5$ mm, $v_2 = 350$ m/menit, $f_2 = 0.25$ mm/putaran, $a_2 = 1$ mm menjadi 8 (delapan) variasi Kondisi pemotongan. Hasil dari penelitian ini antara lain v sangat berpengaruh terhadap waktu pemesinan, volume pemotongan dan panjang pemesinan, f sangat berpengaruh terhadap kekasaran permukaan.

Kata kunci : *variabel pemotongan, pemesinan kering, AISI 1045, pahat karbida tak berlapis, 2^3 factorial.*

Pendahuluan

Salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas dan kuantitas produk hasil pembubutan adalah kondisi pemotongan (*cutting condition*) dan geometrik pahat (Rochim Taufiq, 1993). Menentukan kondisi pemotongan adalah menentukan kecepatan potong (*cutting speed*) dan gerak makan (*feeding velocity*) serta kedalaman potong (*depth of cut*). Pada proses pembubutan gerak utama berputar, kecepatan potong adalah kecepatan keliling. Dengan mengetahui kecepatan potong ini dapatlah ditentukan/dicari panjang spang/geram (*chip*) dalam waktu tertentu. Dengan demikian akan dapat ditentukan jumlah produksi.

Dengan menetapkan geometri pahat standart, penelitian ini akan mempelajari pengaruh variabel pemotongan (v , f , a) pada pembubutan kering baja AISI 1045 dengan menggunakan pahat karbida tak berlapis.

Para pakar pemesinan telah merekomen-dasikan metode pemesinan hijau. Implementasi konsep ini belum banyak dilaporkan peneliti untuk memesis bahan baja, tetapi (Ginting, 2003) melaporkan bahwa kecendrungan pemesinan kering lebih baik dari pada pemesinan basah untuk membubut baja perkakas menggunakan pahat karbida berlapis dan tak berlapis. Kecendrungan ini meliputi beberapa aspek diantaranya umur pahat, topografi permukaan dan metalurgi permukaan.

Pada publikasinya (Wassilla, 2004) melaporkan bahwa parameter pemotongan yaitu laju pemotongan (V), pemakanan (f), kedalaman potong (a) dapat dioptimalkan untuk mempersingkat waktu pemotongan (produksi) dan akhirnya akan meningkatkan produktivitas.

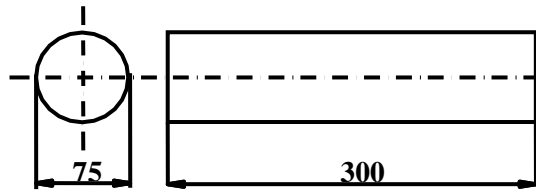
Menurut (Nasution, Abdul Haris, 2005) ketika melakukan pemotongan material logam ferrous dengan menggunakan pahat karbida tak berlapis diperoleh hasil bahwa kondisi pemotongan optimum yang didapat dengan menggunakan metode 2^3

faktorial ternyata dapat meningkatkan produktifitas dari sisi kualitas dan kuantitas pada produksi yang dilakukan oleh industri logam kecil dan menengah.

Bahan, Alat dan Metode

Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis material AISI 1045 berdiameter ϕ 75 mm dan panjang 300 mm (lihat Gambar1),



Gambar1. Dimensi material

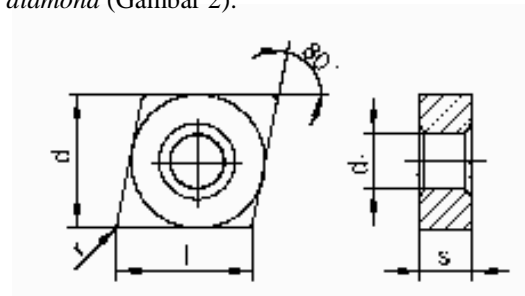
Chemical properties :C= (0.43 – 0.50) %, Mn=(0.60 – 0.90)%, P= Max 0.40%, S= Max 0.05.
Mechanical properties : Hardening Temp=(820 – 850) °C, Quenching Medium= Quarter/Oil, Hardness As Supplied=(170 – 220) BHN, Tensile Strength=60 – 80 Kg/mm², Sizes Available=(6 – 400) mm. Sumber (P.T. STILMETINDO “ Alloy Stel Specialist ”).

Alat

Adapun peralatan yang digunakan oleh penulis dalam penelitian ini antara lain sebagai berikut.

Pahat.

Pada penelitian ini, pahat yang digunakan oleh penulis adalah pahat insert (karbida tak berlapis) dan bentuk pahat yang digunakan adalah bentuk *diamond* (Gambar 2).



Gambar 2. Geometri pahat sisipan

Keterangan gambar:

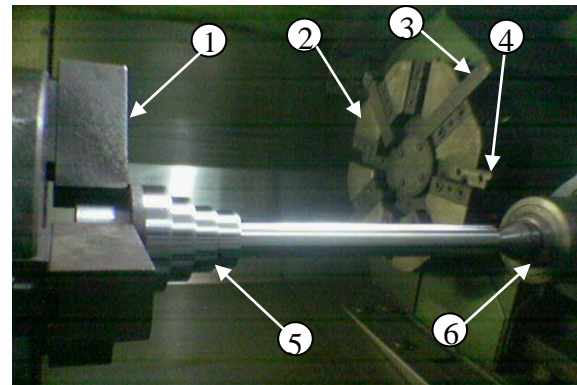
$l = 12,9$ mm ; $\phi d = 12,7$ mm; $s = 4,76$ mm ; $\phi d1 = 5,16$ mm; $r = 1,2$ mm

Chemical Properties : Co=6 % , Composite Carbides= 0,6 % , WC = Rest,

Mechanical properties : Vickers Hardness Number =1550 VHN (Katalog CD Tizilogue, 2003).

Mesin bubut CNC

Mesin bubut CNC merupakan mesin yang digunakan penulis untuk pembubutan lanjutan/ pemotongan pada benda kerja hingga minimal diameter 27 mm.

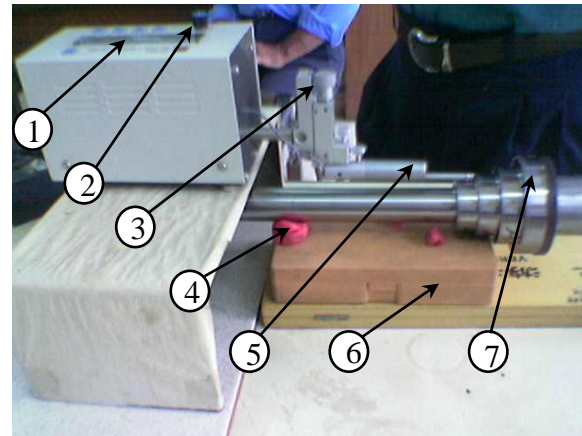


Keterangan Gambar :

1. Cekam
2. Tool Post
3. Tool Holder
4. Pahat Insert
5. Benda kerja
6. Center

Surface Roughness Profilometer.

Surface roughness profilometer adalah alat/mesin yang digunakan penulis untuk mengetahui nilai kekasaran suatu permukaan benda kerja yang dimesin.



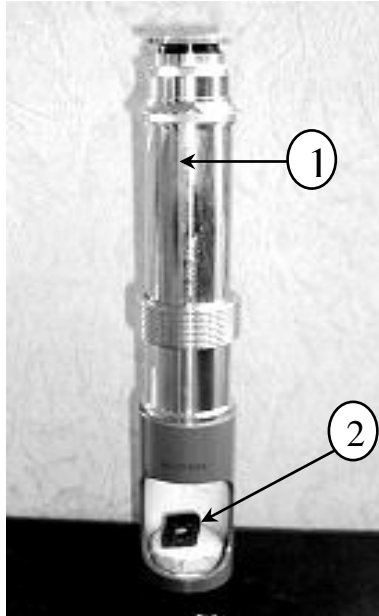
Gambar.4. Alat ukur kekasaran permukaan

Keterangan gambar :

1. Monitor angka kekasaran permukaan
2. Pengatur kepresisian posisi sensor
3. Pengatur tinggi rendah posisi sensor
4. Lilin penyangga benda kerja
5. Sensor peraba
6. Penyangga benda kerja
7. Benda kerja

Loupe

Loupe adalah alat yang digunakan untuk melihat/mengukur keausan (kerusakan) mata pahat insert yang digunakan penulis.



Gambar 5. Pengukuran Keausan Mata Pahat

Keterangan gambar:

1. *Loupe*.
2. Pahat Insert.

Metode

Pengumpulan dan analisa data yang dilakukan adalah dengan menggunakan metode 2^3 faktorial (Montgomery, 2001). Ada tiga faktor yang dikombinasikan pada batas bawah (-) dan batas atas (+) yaitu : laju pemotongan (v), suapan (f) dan kedalaman potong (a). Kombinasi parameter pemotongan yang dilakukan terhadap masing-masing kondisi pemotongan, kemudian diuji pada pemotongan baja AISI 1045 untuk mendapatkan data-data yang diperlukan

Adapun variasi kondisi pemotongan yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

KP-1: $V=300$ m/menit ; $f = 0.15$ mm/put; $a = 0.5$ mm
 KP-2: $V=300$ m/menit ; $f = 0.15$ mm/put ; $a = 1$ mm
 KP-3: $V=300$ m/menit ; $f = 0.25$ mm/put ; $a = 0.5$ mm
 KP-4: $V=300$ m/menit ; $f = 0.25$ mm/put ; $a = 1$ mm
 KP-5: $V=350$ m/menit ; $f = 0.15$ mm/put ; $a = 0.5$ mm
 KP-6: $V=350$ m/menit ; $f = 0.15$ mm/put ; $a = 1$ mm
 KP-7: $V=350$ m/menit ; $f = 0.25$ mm/put ; $a = 0.5$ mm
 KP-8: $V=350$ m/menit ; $f = 0.25$ mm/put; $a = 1$ mm.

Dari hasil pengukuran yang akan diperoleh adalah data : Waktu pemesinan (t ; menit), Volume geram hasil pemesinan (Q ; mm^3), Panjang pemesinan (L ; km), Kekasaran permukaan (R_a ; μm), Keausan pahat (VB ; mm). Masing-masing data pengukuran tersebut lalu ditabelkan. Data yang didapat dari masing-masing kombinasi parameter pemotongan tersebut, diukur dengan 8 replika. Data yang diperoleh adalah VB , R_a , t , LP , Q . Y adalah data yang diukur, bila yang diukur adalah kekasaran permukaan (R_a), maka Y adalah R_a , dan seterusnya. Setelah itu maka dilakukanlah analisa varians dengan tingkat keyakinan sebesar 95%. (Walpole, Ronald E dan Raymond, H Myeis, 1995).

Tabel 1. Data Y.

V (m/ menit)	F (mm/put)			
	0,15 (f_1)		0,25 (f_2)	
	a1 (mm)	a2 (mm)	a1 (mm)	a2 (mm)
300 (v_1)	Y1i1	Y2i1	Y3i1	Y4i1
	Y1i2	Y2i2	Y3i2	Y4i2
	Y1i3	Y2i3	Y3i3	Y4i3
	Y1i4	Y2i4	Y3i4	Y4i4
	Y1i5	Y2i5	Y3i5	Y4i5
350 (v_2)	Y5i1	Y6i1	Y7i1	Y8i1
	Y5i2	Y6i2	Y7i2	Y8i2
	Y5i3	Y6i3	Y7i3	Y8i3
	Y5i4	Y6i4	Y7i4	Y8i4
	Y5i5	Y6i5	Y7i5	Y8i5

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dengan menggunakan metode 2^3 faktorial, seluruh data hasil percobaan diolah sedemikian rupa. Dari pengolahan data tersebut dapat dilihat dengan jelas pengaruh variabel pemotongan terhadap :

1. Keausan pahat (VB)
2. Kekasaran permukaan (R_a)
3. Waktu pemesinan (t)
4. Volume pemesinan (Q)
5. Panjang pemesinan (LP)

Keausan Pahat

Pada Tabel 2. terlihat adanya data-data hasil pengolahan data sebelumnya. Dari tabel dapat dilihat bahwa pengaruh variabel utama v mempunyai nilai faktor hitungan sebesar 0,004, sementara pada variabel vf mempunyai nilai faktor hitungan sebesar 20,279, pada va nilai faktor hitungan sebesar 20,544 dan pada fa nilai faktor hitungan sebesar 20,729 sementara syarat variabel dinyatakan berpengaruh terhadap keausan pahat apabila nilai faktor hitungannya $> F_{0,05}$; 1,75, dimana nilai $F_{0,05}$; 1,75 = 3,9736 dengan demikian berarti variabel V tidak berpengaruh pada keausan pahat (VB). Variabel f

dan a juga mempunyai nilai faktor hitungan yang lebih rendah dari 3,9736, demikian sedangkan pada interaksi dari faktor vf, va, fa mempunyai pengaruh Berdasarkan analisa tersebut di atas, dan interaksi

faktor vfa mempunyai nilai yang rendah maka dapat dibuat suatu kesimpulan seperti yang ditampilkan di bawah ini :

Tabel 2. Anova keausan pahat

Sumber Variasi	Jumlah Kuadrat	Derajat Kebebasan	Rataan Kuadrat	F Hitungan
Pengaruh utama				
V	0.000	1	0.000	0.004
F	0.012	1	0.012	0.189
A	0.000	1	0.000	0.004
Interaksi Dwifaktor				
Vf	1.345	1	1.345	20.729
Va	1.333	1	1.333	20.544
Fa	1.345	1	1.345	20.729
Interaksi Trifaktor				
Vfa	-4.696	1	-4.696	-72.355
Galat	2.077	32	0.065	
Total	1.418	39		

Dengan mengambil $\alpha = 0,05$ maka diperoleh $F_{0,05;1;72} = 3,9736$ Sehingga didapat bahwa :

1. Tidak ada pengaruh v terhadap keausan pahat
2. Tidak ada pengaruh f terhadap keausan pahat.
3. Tidak ada Pengaruh a terhadap keausan pahat
4. Ada Pengaruh interaksi v dengan f terhadap keausan pahat.
5. Ada pengaruh interaksi v dengan a terhadap keausan. Pahat.
6. Ada pengaruh interaksi f dengan a terhadap keausan pahat.
7. Tidak ada pengaruh Interaksi antara v, f dan a terhadap keausan pahat

Pada tabel 3. di bawah ini terlihat adanya data-data hasil pengolahan data sebelumnya. Dari tabel dapat dilihat bahwa pengaruh variabel utama v mempunyai 60,960, pada variabel f = 61,167 dan pada variabel a nilai faktor hitungan sebesar 60,612 sementara syarat variabel dinyatakan berpengaruh apabila nilai faktor hitungannya $> F_{0,05} ; 1,75$, dimana nilai $F_{0,05} ; 1,75 = 3,9736$ dengan demikian berarti variabel v, f, a berpengaruh pada kekasaran permukaan (Ra). Sedangkan pada interaksi dari faktor vf, va, fa dan interaksi faktor vfa tidak mempunyai pengaruh terhadap kekasaran permukaan . Berdasarkan analisa tersebut di atas, maka dapat dibuat suatu kesimpulan seperti yang ditampilkan di bawah ini :

Kekasaran Permukaan

Tabel 3. Anova kekasaran permukaan

Sumber Variasi	Jumlah Kuadrat	Derajat Kebebasan	Rataan Kuadrat	F Hitungan
Pengaruh utama				
V	551.907	1	551.907	60.960
F	553.785	1	553.785	61.167
A	548.760	1	548.760	60.612
inneraksi Dwifaktor				
Vf	-1103.615	1	-1103.615	-121.898
Va	-1099.785	1	-1099.785	-121.475
Fa	-1098.823	1	-1098.823	-121.369
Interaksi Trifaktor				
Vfa	1559.107	1	1559.107	172.208
Galat	289.716	32	9.054	
Total	201.053	39		

Dengan mengambil $\alpha = 0,05$ maka diperoleh $F_{0,05;1;72} = 3,9736$. Sehingga didapat bahwa:

1. Ada pengaruh v terhadap kekasaran permukaan
2. f sangat berpengaruh terhadap kekasaran permukaan
3. Ada Pengaruh a terhadap kekasaran permukaan
4. Tidak ada Pengaruh interaksi v dengan f terhadap kekasaran permukaan.
5. Tidak ada pengaruh interaksi v dengan a terhadap kekasaran permukaan.
6. Tidak ada pengaruh interaksi f dengan a terhadap kekasaran permukaan.
7. Ada pengaruh Interaksi antara v, f dan a terhadap kekasaran permukaan.

Waktu Pemesinan

Pada tabel 4. di bawah ini terlihat adanya data-data hasil pengolahan data sebelumnya. Dari tabel dapat dilihat bahwa pengaruh variabel utama v mempunyai nilai faktor hitungan sebesar 19,080, pada variabel f nilai faktor hitungan sebesar 17,016 dan pada variabel a nilai faktor hitungan sebesar 15,477 sementara syarat variabel dinyatakan berpengaruh apabila nilai faktor Hitungannya $> F_{0,05} ; 1,75$, dimana nilai $F_{0,05} ; 1,75 = 3,9736$ dengan demikian berarti variabel v, f, a mempunyai pengaruh pada waktu pemesinan (t). Sedangkan interaksi dari faktor vf, va, fa dan interaksi faktor vfa tidak ada pengaruh terhadap waktu pemesinan karena nilainya minus. Berdasarkan analisa tersebut di atas, maka dapat dibuat suatu kesimpulan seperti yang ditampilkan di bawah ini :

Tabel 4. Anova waktu pemotongan.

Sumber Variasi	Jumlah Kuadrat	Derajat Kebebasan	Rataan Kuadrat	f Hitungan
Pengaruh utama				
V	2411,170	1	2411,170	19,080
f	2150,284	1	2150,284	17,016
a	1952,036	1	1952,036	15,447
Interaksi Dwifaktor				
vf	-1921,951	1	-1921,951	-15,209
va	-1937,485	1	-1937,485	-15,332
fa	-1941,276	1	-1941,276	-15,362
Interaksi Trifaktor				
vfa	-1501,257	1	-1501,257	-11,880
Galat	4043,829	32	126,370	
Total	3255,350	39		

Dengan mengambil $\alpha = 0,05$ maka diperoleh $F_{0,05;1;72} = 3,9736$ sehingga didapat bahwa :

1. v Sangat berpengaruh terhadap waktu pemesinan
2. Ada pengaruh f terhadap waktu pemesinan
3. Ada Pengaruh a terhadap waktu pemesinan
4. Tidak ada Pengaruh interaksi v dengan f terhadap waktu pemesinann.
5. Tidak ada pengaruh interaksi v dengan a terhadap waktu pemesinan.
6. Tidak ada pengaruh interaksi f dengan a terhadap waktu pemesinan.
7. Tidak ada pengaruh Interaksi antara v, f dan a terhadap waktu pemesinan.

Volume Pemesinan.

Pada tabel 5. di bawah ini terlihat adanya data-data hasil pengolahan data sebelumnya. Dari tabel dapat dilihat bahwa pengaruh variabel utama v mempunyai nilai faktor hitungan sebesar 57,726,

pada variabel f nilai faktor hitungan sebesar 49,479 dan pada variabel a nilai faktor hitungan sebesar 44,718 sementara syarat variabel dinyatakan berpengaruh apabila nilai faktor hitungannya $> F_{0,05} ; 1,75$, dimana nilai $F_{0,05} ; 1,75 = 3,9736$ dengan demikian berarti variabel v, f, a mempunyai pengaruh volume pemesinan (Q). Sedangkan variabel vf, va, fa dan interaksi faktor vfa tidak ada pengaruh pemotongan terhadap volume pemesinan karena nilainya dibawah 3,9736. Berdasarkan analisa tersebut di atas, maka dapat dibuat suatu kesimpulan seperti yang ditampilkan di bawah ini :

Tabel 5. Anova volume pemesinan

Sumber Variasi	Jumlah Kuadrat	Derajat Kebebasan	Rataan Kuadrat	f Hitungan
Pengaruh utama				
v	26226291234007,000	1	26226291234007,000	57,726
f	22479820220701,400	1	22479820220701,400	49,479
a	20316716017489,500	1	20316716017489,500	44,718
Interaksi Dwifaktor				
Vf	-46332957134285,100	1	-46332957134285,100	-101,982
Va	-44776875642713,900	1	-44776875642713,900	-98,557
fa	-42062624754797,100	1	-42062624754797,100	-92,582
Interaksi Trifaktor				
vfa	62265151329090,700	1	62265151329090,700	137,049
Galat	14538451345302,300	32	454326604540,698	
Total	12653972614794,900	39		

Dengan mengambil $\alpha = 0,05$ maka diperoleh $F_{0,05;1;72} = 3,9736$ sehingga didapat bahwa :

1. v sangat berpengaruh terhadap volume pemesinan.
2. Ada pengaruh f terhadap volume pemesinan.
3. Ada Pengaruh a terhadap volume pemesinan.
4. Tidak ada Pengaruh interaksi v dengan f terhadap volume pemesinan.
5. Tidak ada pengaruh interaksi v dengan a terhadap volume pemesinan.
6. Tidak ada pengaruh interaksi f dengan a terhadap volume pemesinan.
7. Ada pengaruh Interaksi antara V, f dan a terhadap volume pemesinan.

Panjang Pemesinan

Tabel 6. di bawah ini terlihat adanya data-data hasil pengolahan data sebelumnya. Dari tabel dapat dilihat bahwa pengaruh variabel utama v mempunyai nilai faktor hitungan sebesar 54,692, pada variabel f nilai faktor hitungan sebesar 48,418 dan pada variabel a nilai faktor hitungan sebesar 48,368 sementara syarat variabel dinyatakan berpengaruh apabila nilai faktor hitungannya $> F_{0,05}$; 1,75, dimana nilai $F_{0,05}$; 1,75 = 3,9736 dengan demikian berarti variabel v berpengaruh pada panjang pemesinan (LP). Sedangkan variabel faktor vf, va, fa tidak ada pengaruh terhadap panjang pematangan. Berdasarkan analisa tersebut di atas, maka dapat dibuat suatu kesimpulan seperti yang ditampilkan di bawah ini :

Tabel 6. Anova panjang pemesinan.

Sumber Variasi	Jumlah Kuadrat	Derajat Kebebasan	Rataan Kuadrat	F Hitungan
Pengaruh utama				
V	1047,154	1	1047,154	54,692
F	927,023	1	927,023	48,418
A	926,081	1	926,081	48,368
Interaksi Dwifaktor				
Vf	-1942,764	1	-1942,764	-101,469
Va	-1940,711	1	-1940,711	-101,362
Fa	-1850,909	1	-1850,909	-96,671
Interaksi Trifaktor				
Vfa	2700,437	1	2700,437	141,041
Galat	612,686	32	19,146	
Total	478,997	39		

Dengan mengambil $\alpha = 0,05$ maka diperoleh $F_{0,05;1;72} = 3,9736$ sehingga didapat bahwa :

1. v Sangat berpengaruh terhadap Panjang pemesinan.
2. Ada pengaruh f terhadap panjang pemesinan.
3. Ada Pengaruh a terhadap panjang Pemesinan.
4. Tidak ada pengaruh interaksi v dengan f terhadap panjang pemesinan.
5. Tidak ada pengaruh interaksi v dengan a terhadap panjang pemesinan.
6. Tidak ada pengaruh interaksi f dengan a terhadap Panjang pemesinan.

7. Ada pengaruh Interaksi antara v , f dan a terhadap Panjang pemesinan.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dan data yang didapat, disimpulkan bahwa ada pengaruh variabel pemotongan pada pemesinan kering baja AISI 1045 dengan menggunakan pahat karbida tak berlapis. Secara rinci dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Tidak ada pengaruh v , f dan a terhadap keausan pahat.
2. v sangat berpengaruh terhadap waktu pemesinan, volume pemesinan dan panjang pemesinan.
3. f sangat berpengaruh terhadap kekasaran permukaan.
4. a punya pengaruh terhadap kekasaran permukaan, waktu pemesinan, volume pemesinan dan panjang pemesinan, tetapi tidak dominan.
5. Dengan diketahuinya informasi di atas yaitu tentang pengaruh masing-masing variabel pemotongan maka hal tersebut dapat dijadikan sebagai kontribusi bagi industri logam dalam rangka meningkatkan produktifitasnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Canter, Neil M, Thn 2003. “*The Possibilities and Limitation of Dry Machining*”.
- Feng SC dan Hattori M, Thn 2004. “*Cost and Process Information Modeling for Dry machining*”.
- Field & Kahles, Thn 1971. “*Review of Surface Integrity of Machined Component*”.
- Ginting, Armansyah, 3 Agustus 2003. “*High Speed Machining of AISI 01 Stell With Multilayer*

Ceramic CVD – Coated Carbide : Toll Live and Surface Intergriti”. Majalah IPTEK Vol. 14.

- ISO 3685, Thn 1993. “*Tool Life Testing With Single Point Turning Tool*”, Second Edition.
- Montgomery, Douglas C. Thn 2001. “*Design and Analisi of Experiments. John Wily and Sons*”.
- M.Y. Noordin, V.C Vencates, S. Sharif, S. Elting, A Abdullah, Thn 2003. “*Application of Resfonse Surface Metodology in Describing the Performance of Coated Carbide Tools When Turning AISI 1045 Steel*”, Journal of Materials Processing Technology.
- Nasution, Abdul Haris, Thn 2005. “*Design dan Implementasi Computer Integrated Manufacturing (CIM) Untuk Pabrikasi Puli Dari Bahan Besi Cor*”. Tesis Pasca Sarjana.
- Rochim, Taufiq, Thn 1993 “*Teori & Teknologi proses pemesinan*”.
- Sreejith PS dan Ngoi BKA, Thn 1999. “*Machining of Future*” *Scool of Mechanical and Production Enginerig*”. Nanyang. Teknologi University Singapore.
- Sreejith PS dan Ngoi BKA, Thn 2000. “*Dry Machining : Machining of Future*”.
- Syamsir A Muin, Thn 1986. “*Dasar-dasar Perencanaan Perkakas dan Mesin Perkakas*”.
- Walpole, Ronald E dan Raymond, H Myers, Thn 1995.”*Ilmu Peluang dan Statistika Untuk Insinyur dan Ilmuan*”, Penerbit ITB.
- Wassila, Bouzid, Thn 2004. “*Cutting Parameter Optimization Tominimize Production Time in High Speed turning*” Journal of material processing Technology.