

PENGARUH PARAMETER PEMOTONGAN PADA OPERASI PEMOTONGAN *MILLING* TERHADAP GETARAN DAN TINGKAT KEKASARAN PERMUKAAN (SURFACE ROUGHNESS)

Hammada Abbas^a, Yafet Bontong^a, Yusran Aminya^a

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin
Jl. Perintis Kemerdekaan Km 10 Tamalanrea Makassar, Indonesia
email : arhamhamid23@yahoo.com

ABSTRAK

Pada setiap proses permesinan akan menghasilkan getaran yang timbul dari berbagai sumber pemicu dan akan mempengaruhi kualitas hasil permesinan. Penelitian ini tentang karakteristik getaran dan tingkat kekasaran permukaan (surface roughness) akibat pengaruh parameter pemotongan pada operasi up-milling. Penelitian ini mengkombinasikan tiga parameter pemotongan yaitu gerak insut benda kerja, kedalaman pemotongan dan kecepatan putaran spindel. Ketiga parameter ini dilakukan pada pemotongan up-milling pada mesin fris horisontal pada material baja ST 42 dan ST 60. Karakteristik kekasaran permukaan dan getaran selama proses pemotongan adalah dua variabel output yang diteliti. Dari hasil pengujian diperoleh tingkat kekasaran permukaan terkecil terjadi pada material ST 42 sebesar $1.4 \mu\text{m}$ dengan amplitudo getaran $1.0 \mu\text{m}$ terjadi pada putaran spindel 240 rpm pada kedalaman potong 0.2 mm dengan gerak insut 12 mm/menit sedangkan kekasaran maksimum terjadi pada material ST 60 yaitu sebesar $11.0 \mu\text{m}$ pada putaran spindel 180 rpm, kedalaman potong 1.0 mm, dengan gerak insut 38 mm/menit menghasilkan amplitudo getaran sebesar $17.0 \mu\text{m}$.

Kata kunci: getaran, kekasaran permukaan, parameter pemotongan, milling.

Abstract

In machining process, vibration will always happen from several sources and influence the surface quality of machining process. This research is to find out vibration amplitude and level of surface quality in up milling process by using ST 42 and ST 60 as specimen. Surface roughness characteristic and vibration are two parameters as output of this research. By controlling cutting parameters as spindle speed, depth of cut and feed rate as control parameters will give information about their effect to the vibration and surface roughness. As a result we found that the minimum level of roughness is $1.4 \mu\text{m}$ at the 240 rpm spindle speed, 0.2 mm depth of cut and 12 mm/min feed rate with amplitude of vibration is $1.0 \mu\text{m}$. The maximum level of surface roughness is $11.0 \mu\text{m}$ at 180 rpm spindle speed, 1.0 mm depth of cut and 38 mm/min feed rate with amplitude of vibration is $17.0 \mu\text{m}$.

Keyword: vibration, surface roughness, cutting parameter, milling

Pendahuluan.

Tuntutan kualitas produk merupakan tujuan pada setiap industri termasuk industri manufaktur. Kualitas produk dapat dilihat dari parameter-parameter kualitas yang dijadikan indikator dalam menilai tingkat kualitas produk. Proses permesinan adalah *secondary manufacturing* pada proses pembuatan produk. Proses permesinan umumnya merupakan tahapan kedua dalam *line manufacturing*. Pada proses permesinan ukuran kualitas banyak dilihat dari kekasaran permukaan yang dihasilkan. Tingkat kekasaran permukaan menjadi parameter kualitas utama dari setiap proses permesinan.

Salah satu parameter indikator kualitas hasil pekerjaan permesinan adalah ukuran kekasaran permukaan. Nilai kekasaran permukaan suatu produk pada proses permesinan disebabkan oleh banyak faktor diantaranya adalah kecepatan potong, kecepatan pemakanan, kedalaman potong, sudut pemotongan, jenis material, pahat yang digunakan dan laju pelepasan geram. Disamping itu faktor yang sering terjadi dilapangan seperti setting alat potong yang kurang tepat, pencekaman benda kerja, kondisi mesin dan *skill* operator.

Getaran secara umum terjadi pada suatu mesin perkakas yang berinteraksi dengan gaya eksitasi paksa atau eksitasi sendiri. Eksitasi paksa misalnya berupa gaya yang berfluktuasi pada proses

permesinan, ketidak seimbangan massa berputar dan sebagainya. Beberapa penelitian berkaitan dengan kualitas proses permesinan telah banyak dilakukan. Pengamatan dari Oegik S. (2002) menyimpulkan bahwa tebal geram sebelum terpotong akan berpengaruh pada pemakanan dan sudut potong utama berarti juga mempengaruhi kekasaran permukaan. Penelitian juga dilakukan oleh A.M. Anzarih (2004) melakukan analisa untuk mendapatkan pengaruh getaran pada baja karbon dengan variasi sudut potong pahat HSS memberikan hasil bahwa pengaruh getaran dan kekasaran permukaan sebagai berikut : material terhadap getaran 80 % dan terhadap kekasaran 87 %, kedalaman pemakanan terhadap getaran 87 % dan terhadap kekasaran 98 %, sudut pahat terhadap getaran 77 % dan terhadap kekasaran 98 %.

Amirulla Abdulla (2005), menemukan bahwa Korelasi variabel benda kerja terhadap amplitudo getaran 55,3 %, dan kekasaran permukaan 63,4 %, putaran terhadap amplitudo getaran 58,7 %, dan kekasaran permukaan 36,4 %, gerak insut terhadap amplitudo getaran 33,4 %, dan kekasaran permukaan 44,2 %, kedalaman potong terhadap amplitudo getaran 37,2 %, dan kekasaran permukaan 42,2 %, serta Amplitudo getaran terhadap kekasaran permukaan 90,8 %.

Penelitian yang dilakukan ini bertujuan melihat pengaruh tiga parameter pemotongan yaitu kecepatan spindle, laju pemakanan dan kedalaman potong terhadap getaran yang dihasilkan dan level kekasaran permukaan pada proses pemotongan dengan menggunakan mesin fris horizontal.

Kajian Pustaka.

Jika suatu sistem diberi gangguan berupa gaya luar, maka sistem akan bergetar pada frekuensi eksitasinya sama dengan salah satu atau lebih dari frekwensi pribadi sistem, maka akan terjadi resonansi. Dengan adanya simpangan yang besar maka kondisi resonansi dapat dicegah dengan menggunakan peredam. Pada gerakan harmonik sederhana, grafiknya berbentuk sinusoidal. Simpangan getaran (displacement) dinyatakan dalam :

$$x = X \sin(\omega t) \dots\dots\dots(1)$$

Kecepatan getaran dinyatakan dalam :

$$\dot{x} = \omega X \cos(\omega t) \dots\dots\dots(2)$$

Percepatan getaran dinyatakan dalam :

$$\ddot{x} = -\omega^2 X \sin(\omega t) \dots\dots\dots(3)$$

Parameter Getaran

Kondisi mesin dan gangguan pada mesin dapat ditentukan dengan mengukur parameter atau ukuran getaran yang terjadi. Parameter getaran yang sering dipakai adalah :

1. Frekwensi (freqwency)
2. Simpangan (displacement)
3. Kecepatan (velocity)
4. Percepatan (acceleration)

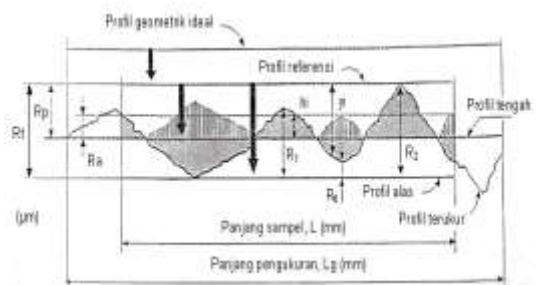
Kekasaran Permukaan

Kekasaran permukaan adalah merupakan tekstur permukaan yang diperoleh dari hasil pengerjaan yang secara umum dapat dilihat dengan visual ataupun diraba sehingga kita mengatakan permukaan itu kasar atau halus. Akan tetapi dalam dunia teknik, kekasaran permukaan suatu benda kerja dapat dinyatakan dengan lebih rinci dan spesifik lagi. Beberapa parameter yang bisa digunakan untuk menyatakan kekasaran permukaan antara lain :

1. Kekasaran rata-rata Aritmatik (mean roughness index), Ra adalah kekasaran yang diukur dari rata-rata luasan yang terbentuk dari profil permukaan. Yang dirumuskan sebagai berikut :

$$Ra = \frac{1}{l} \int_0^l |h_i| dx \dots\dots\dots(4)$$

2. Kekasaran total (peak to valley), Rt yaitu kekasaran yang diukur dari puncak profil tertinggi ke bagian profil yang terendah.
3. Kekasaran perataan (depth of surface smoothness), Rp yaitu jarak rata-rata antara profil referensi dengan profil terukur, dapat



dirumuskan sebagai berikut

$$Rp = \frac{1}{l} \int_0^l y_i dx \dots\dots\dots(5)$$

Gambar 1. Profil kekasaran permukaan (RochimTaufik, 1993)

Metode Penelitian

Material yang digunakan sebagai bahan uji adalah ST42 dan ST60. Pada penelitian ini respon yang dilakukan akan diamati berupa amplitudo getaran dan kekasaran permukaan. Untuk setiap kedalaman potong dan putaran spindle dilakukan lima kali pengambilan data dengan empat tingkat gerak insut dan dua jenis bahan yang berbeda.

Mesin perkakas yang dipakai sebagai alat penelitian adalah mesin *frais Horizontal dengan spesifikasi sebagai berikut* Type 2735 (Schaublin SA 13), Putaran Spindel 158 sampai 2000 rpm, daya Motor 0,9 – 1,5 kW ; 380 V.

Pengukur Amplitudo Getaran adalah *Vibrocord*. *Surface Test* menggunakan *Surtronic 3⁺* dengan sistem Gerak bolak-balik, Kecepatan Gerak: 2 – 6 mm/det. Panjang Gerakan (2 – 20 mm) dengan bahan stylus terbuat dari intan.

Dalam penelitian ini variabel yang digunakan adalah :

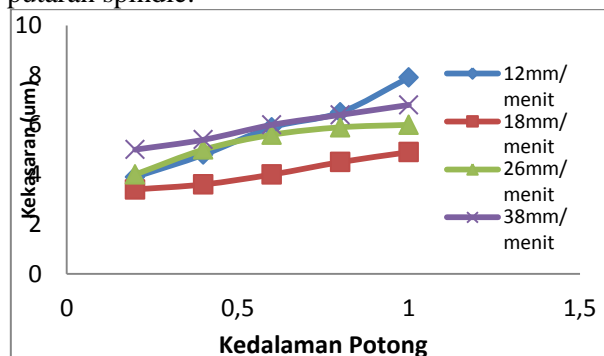
1. Gerak Insut (vf):
Pada rancangan penelitian ini digunakan empat tingkat gerak insut, yaitu masing-masing 12, 18, 26 dan 38 (mm/mnt)
2. Kedalaman potong (a) :
Kedalaman potong dirancang sebanyak lima yaitu masing-masing 0,2 ; 0,4 ; 0,6 ; 0,8 ; dan 1.0 (mm).
3. Putaran spindle (n) :
Putaran spindle untuk baja permesinan antara 180 – 250 rpm, dalam hal ini dipilih empat putaran spindle masing-masing 180, 200, 220, dan 240 (rpm).

HASIL DAN PEMBAHASAN.

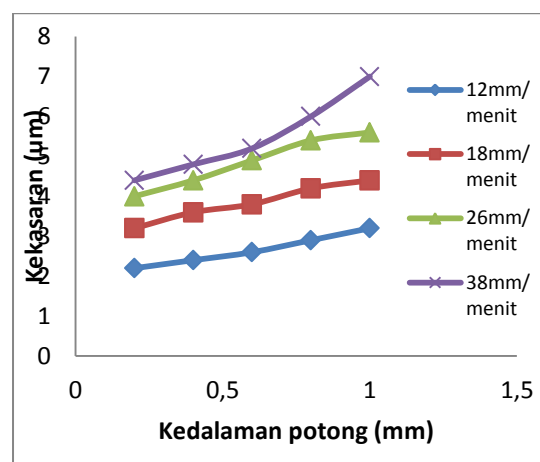
Penelitian ini mengkaji tentang Karakteristik Getaran dan Tingkat Kekasaran Permukaan (*Surface Roughness*) akibat Pengaruh Parameter Pemotongan pada Operasi Pemotongan *UP-MILLING*.

Dari penelitian yang telah dilakukan dengan menggunakan alat *vibrometer* dan alat pengukur *Roughness Test* diperoleh data amplitudo getaran dan tingkat kekasaran permukaan. Gambar 1, 2, 3 dan 4 dibawah ini memperlihatkan hasil pengujian untuk material baja ST 42 pada variasi putaran spindle 180, 200, 220 dan 240 rpm.

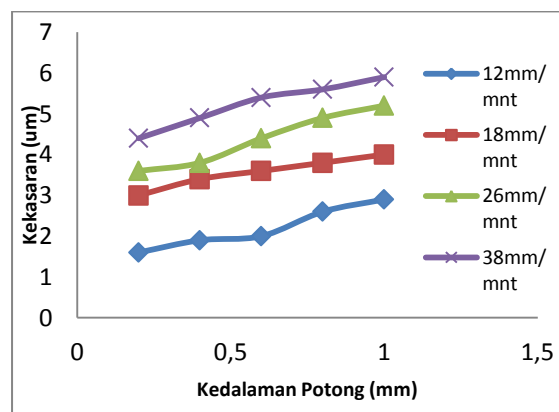
Dari gambar 1 hingga gambar 4 dibawah ini memperlihatkan adanya peningkatan kekasaran permukaan dengan naiknya gerak insut untuk setiap putaran spindle.



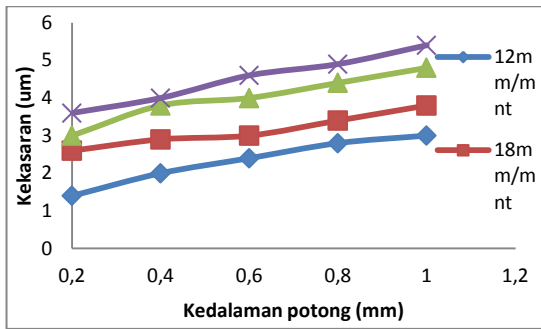
Gambar 1. Grafik Hubungan Kedalaman Potong terhadap tingkat kekasaran permukaan pada pemotongan 180 rpm bahan ST 42.



Gambar 2. Grafik Hubungan Kedalaman Potong terhadap tingkat kekasaran permukaan pada pemotongan 200 rpm bahan ST 42.



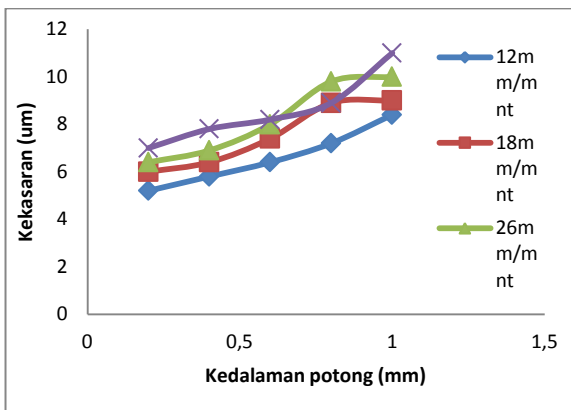
Gambar 3. Grafik Hubungan Kedalaman Potong terhadap tingkat kekasaran permukaan pada pemotongan 220 rpm bahan ST 42.



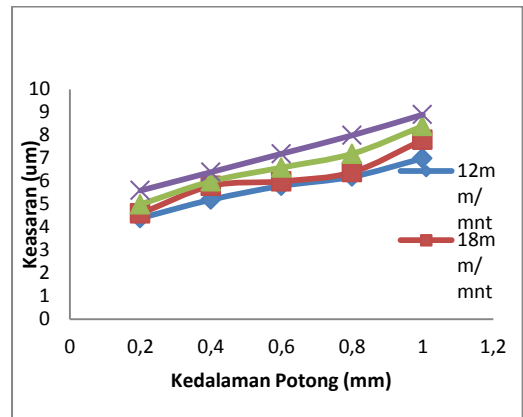
Gambar 4. Grafik Hubungan Kedalaman Potong terhadap tingkat kekasaran permukaan pada pemotongan 240 rpm bahan ST 42.

Nilai kekasaran permukaan maksimum diperoleh pada kedalaman potong 1.0 mm pada putaran 200 rpm dengan gerak insut pada 38 mm/menit. Sedangkan nilai kekasaran permukaan terendah diperoleh pada parameter potong dengan kedalaman potong 0.2 mm pada putaran spindle 240 rpm dengan gerak insut 12 mm/menit.

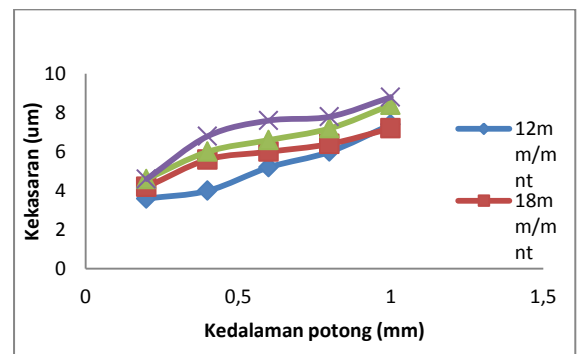
Gambar 5, 6, 7 dan 8 dibawah ini memperlihatkan hasil pengujian untuk material baja ST 60 pada variasi putaran spindle 180, 200, 220 dan 240 rpm.



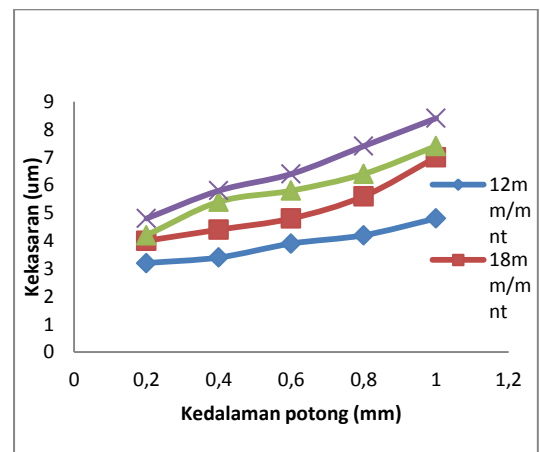
Gambar 5. Grafik Hubungan Kedalaman Potong terhadap tingkat kekasaran permukaan pada pemotongan 180 rpm bahan ST 60.



Gambar 6. Grafik Hubungan Kedalaman Potong terhadap tingkat kekasaran permukaan pada pemotongan 200 rpm bahan ST 60.



Gambar 7. Grafik Hubungan Kedalaman Potong terhadap tingkat kekasaran permukaan pada pemotongan 220 rpm bahan ST 60.



Gambar 8. Grafik Hubungan Kedalaman Potong terhadap tingkat kekasaran permukaan pada pemotongan 240 rpm bahan ST 60.

Nilai kekasaran permukaan maksimum yang diperoleh dari jenis baja ST 60 pada kedalaman potong 1.0 mm pada putaran 180 rpm dengan gerak insut pada 38 mm/menit yaitu sebesar 11.0 μm .

Sedangkan nilai kekasaran permukaan terendah untuk baja ST 60 diperoleh pada parameter potong dengan kedalaman potong 0.2 mm pada putaran spindle 240 rpm dengan gerak insut 12 mm/menit yaitu sebesar 3.2 μ m.

Sebagaimana yang telah ditunjukkan pada gambar diatas bahwa nilai kekasaran tertinggi untuk gerak insut 12 mm/ menit, 18 mm/ menit, 26 mm/ menit, 38 mm/ menit terjadi pada kedalaman potong 1.0 mm pada puran 180 rpm. Hal ini terjadi karena pada posisi tersebut putaran spindle lambat, sementara gerakan meja lebih cepat sehingga menimbulkan gesekan lebih besar yang menyebabkan kekasaran permukaan lebih meningkat.

Berdasarkan hasil pengujian diperoleh bahwa semakin tinggi putaran pada setiap gerak insut dan kedalaman potong kekasaran permukaan cenderung menurun. Kekasaran permukaan terendah dicapai pada putaran 240 rpm pada gerak insut 12 mm/ menit dengan kedalaman potong 0.2 samapai 1.0 mm, karena pada posisi tersebut gerak meja seimbang dengan putaran spindle, sehingga gesekan yang terjadi lebih kecil.

Tabel 1. Besar amplitude getaran (mm) yang dihasilkan pada variasi parameter potong yang dilakukan.

N rpm	a mm	Vf (Gerak insut mm/menit)							
		12		18		26		38	
		St 40	St 60	St 40	St 60	St 40	St 60	St 40	St 60
180	0.2	3.9	8.0	4.8	9.0	6.4	12.0	7.0	13.4
	0.4	4.8	9.2	6.0	10.2	7.0	12.6	8.2	14.2
	0.6	5.9	10.6	7.2	11.0	7.8	13.4	9.0	15.6
	0.8	6.5	12.0	8.0	12.0	8.6	14.0	10.8	16.0
	1.0	7.9	13.0	8.9	13.8	10.5	15.8	12.0	17.0
200	0.2	3.6	6.9	4.0	7.4	5.4	8.0	6.0	8.0
	0.4	5.0	7.4	5.2	7.9	6.0	8.4	7.2	8.8
	0.6	5.4	7.8	6.4	8.8	7.0	9.0	8.0	9.8
	0.8	5.8	8.6	7.0	9.4	7.8	10.4	8.9	11.0
	1.0	6.2	9.0	8.0	10.9	9.2	12.9	9.4	13.4
220	0.2	2.6	6.0	2.8	6.4	4.0	7.2	5.0	7.8
	0.4	3.0	6.4	3.0	7.2	4.3	7.9	5.8	8.8
	0.6	3.2	7.0	3.8	7.9	5.0	8.4	6.2	9.6
	0.8	4.0	7.6	4.6	8.4	5.8	9.2	7.0	10.4
	1.0	5.0	8.2	5.2	9.2	6.0	10.8	7.8	11.9
240	0.2	1.0	4.8	1.7	6.0	3.2	4.0	3.8	6.8
	0.4	2.4	5.4	2.2	6.6	3.6	4.6	4.4	7.6
	0.6	2.8	6.2	3.2	7.2	4.0	4.9	4.9	8.4
	0.8	3.0	6.8	3.6	7.6	4.6	5.6	5.2	9.6
	1.0	3.9	7.6	4.0	8.6	5.0	6.2	6.0	10.2

Dari table 1 diatas diperoleh nilai amplitude getaran tertinggi untuk gerak insut 12 mm/ menit, 18 mm/

menit, 26 mm/ menit dan 38 mm/ menit terjadi pada kedalaman potong 1.0 mm pada putaran 180 rpm .

Pada parameter potong tersebut putaran spindle lambat sementara gerakan meja lebih cepat sehingga menimbulkan gesekan lebih besar yang menyebabkan getaran meningkat .

Semakin tinggi putaran pada setiap gerak insut dan kedalaman potong amplitudo getaran cenderung menurun. Amplitudo getaran terendah dicapai pada putaran 240 rpm pada gerak insut 12 mm/ menit dengan kedalaman potong 0.2 sampai 1.0 mm, karena pada posisi tersebut gerakan meja seimbang dengan putaran spindle sehingga gesekan yang terjadi lebih kecil.

Sesuai dengan Tabel 1 diperoleh bahwa nilai amplitude getaran pada st 60 lebih besar dibanding dengan st 42, Hal ini karena tingkat kekerasan pada baja ST 60 lebih tinggi sehingga dibutuhkan gaya potong yang lebih besar dan menimbulkan tingkat getaran yang lebih tinggi pula.

Kesimpulan

Hasil pengujian yang telah dilaksanakan untuk proses pemotongan up milling telah diperoleh data mengenai perubahan getaran yang terjadi akibat perubahan parameter pemotongan yang dilakukan. Dengan memvariasikan putaran spindle, kedalaman potong dan laju pemakanan pahat dipeorleh nilai amplitudo getaran minimum dan getaran maksimum. Perubahan nilai amplitudo getaran ini berakibat pada tingkat kekasaran permukaan hasil permesinan miling.

Dari hasil pemotongan up milling yang telah dilakukan saat ini diperoleh bahwa tingkat kekasaran permukaan terkecil terjadi pada material ST 42 sebesar 1.4 μ m dengan amplitudo getaran 1.0 μ m terjadi pada putaran spindle 240 rpm pada kedalaman potong 0.2 mm dengan gerak insut 12 mm/menit sedangkan kekasaran maksimum terjadi pada material ST 60 yaitu sebesar 11.0 μ m pada putaran spindle 180 rpm, kedalaman potong 1.0 mm, dengan gerak insut 38 mm/menit menghasilkan amplitudo getaran sebesar 17.0 μ m.

DAFTAR PUSTAKA

Anzarih, A.M., 2004, *Analisis Getaran Terhadap Kekasaran Permukaan Baja Karbon pada Proses Frais dengan Variasi Sudut Potong Pahat HSS*, Tesis, Pascasarjana Universitas Hasanuddin, Makassar.

- Oegik, S, “ *Simulasi Komputer untuk Memprediksi Besarnya Daya Pemotongan pada Proses Cylindrical Turning Berdasarkan Parameter Underformed Chip Thickness* ” , Jurnal UK Petra , Vol. 4 No. 1 April 2002 .
- Bidangan, M, 2004, *Analisis Simpangan Pahat pada Pembubutan Baja Karbon, Tesis, Pasca Serjana Universitas Hasanuddin Makassar.*
- Richim Taufik, 1993, *Teori & Teknologi Proses Permesinan*, Higher Education Development Support Projeet, ITB, Bandung
- Boothroyd, Geoffrey, 1986, *Fundamentals of Meat Machining and Machine tools*, Washinton D.C.
- Cook, N.H., 1973, *Tool Wear and Tool life, Journal of Enginering for Industri.*
- Rochim Taufik, Wirjomartono, dan Sri Hardjoko, 1993, *Spesifikasi dan Meteorologi Industri*, Jurusan Teknik Mesin ITB. Bandung.
- Thompson, W.T. 1981, *Teori Getaran dengan Penerapan*, Erlangga, Jakarta.