

PENGARUH VARIASI END MILL CUTTER TERHADAP TINGKAT KERATAAN PERMUKAAN DAN BENTUK GERAM KUNINGAN DAN ALUMUNIUM 6061 PADA MESIN CNC TU-3A DENGAN KODE PROGRAM G 01

Achmad Salman Farisi

S1 Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

e-mail: achmadsalmanfarisi@gmail.com

Arya Mahendra Sakti

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

e-mail : aryasakti_2006@yahoo.com@yahoo.com

Abstrak

Dalam proses produksi bisa dikatakan baik apabila memiliki salah satu syarat yaitu kerataan permukaan yang sesuai. Banyak faktor yang mempengaruhi proses antara lain jenis *end mill* dan jenis bahan. Sehingga timbul penelitian yang dilakukan untuk mengetahui variasi penggunaan pahat *endmill cutter*. Dengan kedalaman 0,6 mm dan 3 merk pahat terhadap benda kerja berbahan alumunium 6061 dan kuningan. Dilihat dari tingkat kerataan permukaan benda terdapa pengaruh atau tidak. Dalam penelitian ini benda kerja sebanyak 18 buah, dengan asumsi 9 benda kerja aluminium dan 9 benda kerja kuningan. Semua benda mendapatkan perlakuan yang sama dalam proses pengerjaanya. Sehingga dapat disimpulkan ada pebedaan yang signifikan tingkat kerataan hasil *milling* benda kerja alumunium 6061 dan kuningan, dengan kedalaman 0,6 mm antara pahat nachi, asahi dan dormer. Selanjutnya untuk mengetahui pengaruh atau tidaknya peneliti melakukan Uji T masing-masing pahat dan benda kerja. Untuk benda alumunium :Terdapat pengaruh antara pahat nachi dan asahi terhadap hasi tingkat kerataan alumunium ($2,000 < 2,776$), Terdapat pengaruh antara pahat nachi dan dormer terhadap hasi tingkat kerataan alumunium ($-3,571 < 2,776$), Terdapat pengaruh antara pahat dormer dan asahi terhadap hasi tingkat kerataan alumunium ($-3,818 < 2,776$). Sedangkan untuk benda kuningan : Terdapat pengaruh antara pahat nachi dan asahi terhadap hasi tingkat kerataan kuningan ($1,508 < 2,776$), Terdapat pengaruh antara pahat nachi dan dormer terhadap hasi tingkat kerataan kuningan ($2,433 < 2,776$), Terdapat pengaruh antara pahat dormer dan asahi terhadap hasi tingkat kerataan kuningan ($2,008 < 2,776$). Untuk analisis grafik bentuk geram benda kerja alumunium dan kuningan dengan kedalaman 0,6 mm, menunjukkan bahwa ada perbedaan bentuk geram (tebal, panjang dan lebar).

Kata Kunci : bentuk geram, jenis bahan, kerataan permukaan, variasi *end mill*

Abstract

In the production process can be dikatakan good if it has one of the requirements that the appropriate surface flatness. Many factors affect the process include the type of end mill and the type of material. Thus arose the studies conducted to determine variations in the use of the chisel endmiil cutter. With a depth of 0.6 mm and 3 brands chisel against the workpieces made from 6061 aluminum and brass. Judging from the level of the object surface flatness terdapa influence or not. In this study a total of 18 pieces of the workpiece, assuming the workpiece 9 9 workpiece aluminum and brass. All objects receive the same treatment in the process pengerjaanya. So it can be concluded there is a significant degree of flatness pebedaan milling workpiece results 6061 aluminum and brass, with a depth of 0.6 mm between the chisel nachi, asahi and Dormer. Furthermore, to determine whether or not the influence of researchers doing TEST T each chisel and workpiece. For aluminum objects: There is influence between chisel nachi and asahi against hasi flatness levels of aluminum ($2.000 < 2.776$), influences of the chisel nachi and Dormer to hasi flatness levels of aluminum ($-3.571 < 2.776$), There chisel effect between Dormer and asahi against hasi aluminum flatness rate ($-3.818 < 2.776$). As for the objects of brass: There is influence between chisel nachi and asahi against hasi degree of flatness of the brass ($1.508 < 2.776$), influences of the chisel nachi and Dormer to hasi degree of flatness of the brass ($2.433 < 2.776$), influences of the chisel Dormer and asahi against hasi brass flatness rate ($2.008 < 2.776$). For the analysis graph form the workpiece furious aluminum and brass with a depth of 0.6 mm, indicating that there are different forms of furious (thickness, length and width).

Keywords: furious form , surface flatness, the type of material, variation end mill

PENDAHULUAN

Pada perkembangan di eraglobalisasi dan juga teknologi sekarang ini, dunia industri manufaktur yang semakin maju dan canggih, terutama dalam hal pembentukan logam. Maka dari itu diperlukan pengerjaan menggunakan mesin dengan tingkat presisi yang tinggi dan akurat. Mesin-mesin perkakas seperti mesin bubut dan mesin *milling* saat ini sudah dilengkapi dengan sistem kontrol pemrograman berbasis komputer (*Computer Numerically Controlled*), sehingga dapat berjalan otomatis sesuai perintah pemrograman. Produktifitas yang dihasilkan oleh mesin *milling* yang memakai sistem komputer lebih besar apabila dibandingkan dengan produktivitas yang dihasilkan mesin *milling* konvensional. Mesin yang masih menggunakan cara konvensional cenderung memiliki tingkat keakuratan dan kepresisian yang rendah, karena tergantung dari keahlian operator.

Tuntutan kualitas produk yang semakin tinggi, industri dituntut untuk menghasilkan produk massal yang lebih murah, presisi dan waktu produksi yang lebih cepat. Oleh karena itu kebutuhan akan mesin CNC saat ini dirasakan sangat perlu sekali. Bila dibandingkan dengan mesin konvensional seperti mesin bubut atau pun mesin *frais*, mesin CNC dapat lebih dapat diandalkan karena mempunyai produktifitas dan kualitas yang lebih baik. Mesin CNC dirasakan lebih menguntungkan dari pada mesin konvensional. Karena memiliki kapasitas produksi yang lebih besar, mempunyai waktu pengerjaan yang lebih singkat, lebih aman karena keberadaan manusia sebagai operator lebih berkurang.

Mesin CNC memiliki banyak keunggulan dibanding dengan mesin konvensional, sehingga banyak industri besar beralih dari mesin konvensional ke mesin berbasis pemrograman. Dalam proses pengerjaan benda kerja suatu perusahaan akan selalu memperhatikan kualitas dan kuatitas produk yang dihasilkan. Salah satu yang sangat mempengaruhi mutu produk yang dihasilkan oleh mesin CNC adalah tingkat kerataan permukaan benda kerja yang dihasilkan dalam proses pengerjaan. Tingkat kekasaran suatu permukaan hasil pengerjaan pengefraisan menjadi suatu tuntutan yang harus sangat diperhatikan. Karena permukaan bagian mesin yang bersinggungan memiliki pengaruh dalam rangkaian mesin. Semakin tinggi tingkat kerataan suatu bagian dari rangkaian mesin yang berputar dan bersinggungan dapat menyebabkan semakin cepat rusak suatu bagian dari mesin tersebut dan efisiensi pekerjaan menurun. Selain itu pengaruh pahat juga mempengaruhi pengerjaan pengefraisan menjadi salah satu yang harus diperhitungkan. Karena suatu jenis pahat akan mempengaruhi hasil pekerjaan dan tentunya

hasil geram yang di hasilkan. Karena bentuk geram akan mencerminkan hasil pemakanan.

Rumusan Masalah

Dari penjelasan yang telah dijabarkan maka peneliti dapat menarik suatu rumusan masalah sebagai berikut:

- Bagaimana pengaruh jenis pahat terhadap tingkat kerataan permukaan dan bentuk geram pada material aluminium 6061 saat proses milling CNC TU-3A?
- Bagaimana pengaruh jenis pahat terhadap tingkat kerataan permukaan dan bentuk geram pada material kuningan saat proses milling CNC TU-3A?

Tujuan Penelitian

Melihat pada rumusan masalah di muka, dapat dirumuskan tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Untuk mengetahui variasi penggunaan pahat *endmill cutter*, dengan 3 merk pahat yang ada dipasaran dan terhadap benda kerja berbahan aluminium 6061 dan kuningan terhadap tingkat kerataan permukaan benda kerja dengan menggunakan kode pemrograman G 01 pada mesin CNC TU-3A.
- Untuk mengetahui variasi kedalaman pemakanan terhadap tingkat kerataan benda kerja dengan menggunakan kode pemrograman G 01 pada mesin CNC TU-3A.
- Untuk mengetahui variasi penggunaan pahat *endmill cutter*, dengan 3 merk pahat yang ada dipasaran dan terhadap benda kerja berbahan aluminium 6061 dan kuningan terhadap hasil bentuk geram dengan menggunakan kode pemrograman G 01 pada mesin CNC TU-3A.
- Untuk mengetahui pengaruh kedalaman pemakanan terhadap hasil bentuk geram dengan menggunakan kode pemrograman G 01 pada mesin CNC TU-3A

Manfaat Hasil Penelitian

Memberikan pengetahuan kepada pembaca tentang variasi *end mill cutter* yang ada di pasaran, dengan menggunakan kode program G 01 terhadap kerataan dan hasil bentuk geram aluminium 6061 dan kuningan pada mesin CNC TU-3A

METODE

Desain Penelitian

Menurut Margono (1997:110) ,Penelitian eksperimen adalah suatu penelitian yang dilakukan dengan menggunakan percobaan guna menjawab pertanyaan dari hal yang akan di teliti tersebut.

- Tahap Persiapan
 - Menetapkan waktu penelitian
Menetapkan waktu penelitian akan dilakukan serta menentukan berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk melakukan penelitian ini agar mempermudah peneliti.
 - Menyusun peralatan penelitian yang bersangkutan diantaranya adalah.

- Jenis 3 pahat yang ada di pasaran (nachi, asahi dan dormer)
- Benda kerja alumunium 6061 dan kuningan
- Tahap pelaksanaan
 - Pada pengerjaan benda pengefraisan ini dilaksanakan di BLK Menanggal surabaya
 - Tahap pada pengujian kerataan di laksanakan di Balai Riset Dan Standariasi Industri Surabaya
 - Pada tahap terakhir penguian pengukuran geram yang dilakukan di UPT. Pelatihan dan Pengembangan Pendidikan Tahap analisis data
- Langkah akhir setelah penelitian adalah menganalisis data yang diperoleh kemudian dilakukan pendeskripsian terhadap masing-masing indikator yang ada pada tujuan penelitian.

Teknik Pengambilan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah literatur, observasi dan eksperimen.

- **Literatur**
Metode literatur merupakan suatu acuan atau pedoman dalam melaksanakan kegiatan penelitian agar dapat terarah pada tujuan awal penelitian.
- **Observasi (pengamatan)**
Obsevasi merupakan kegiatan pemusatan perhatian terhadap sesuatu objek dengan menggunakan seluruh alat indera. Instrumen penelitian ini dirancang untuk teknik pengumpulan data yang dilakukan untuk mengamati dan mencatat secara sistematis. Gejala-gejala yang diselidiki untuk mengetahui data mengenai tingkat kerataan permukaan benda kerja dan betuk geram, dengan 3 merk jenis pahat yang ada di pasaran dan dengan 2 benda kerja yang berbeda bahanya.
- **Eksperimen**
Metode eksperimen digunakan karena akan memberikan data yang valid dan dapat dipertanggung jawabkan dalam penelitian ini. Peneliti akan melakukan eksperimen pemakanan benda kerja dengan variasi 3 merk jenis pahat yang ada di pasaran, perbedaaan benda kerja antar alumunium 6061 dan kuningan dan kedalaman pemakanan 0,6 mm.

Teknik Analisis Data

Semua data yang diperoleh selanjutnya dilakukan analisis data. Menurut Sugiyono (2008:335) analisis data adalah proses mencari dan menyusun secara sistematis data yang diperoleh dari hasil wawancara, catatan lapangan, dan dokumentasi, dengan cara mengorganisasikan data ke dalam kategori, menjabarkan ke dalam unit-unit, melakukan sintesa, menyusun ke dalam pola, memilih mana yang penting dan yang akan dipelajari, dan membuat kesimpulan sehingga mudah dipahami oleh diri sendiri maupun orang lain.

Analisis data dalam penelitian ini dari hasil kerataan permukaan dan bentuk geram. Dengan perbandingan bahan alumunium 6061 dan kuningan, serta menggunakan variasi merk *end mill* yang ada di pasaran sebanyak 3 merk. Sedangkan semua proses menggunakan program G 01.

Metode analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif kuantitatif. Secara garis besar analisis data dilakukan dengan cara mendeskripsikan atau menggambarkan data kuantitatif secara sistematis yang diperoleh dari setiap hasil perubahan yang terjadi pada eksperimen secara langsung. Data yang dianalisis adalah hasil pengujian I, II, dan III tingkat kerataan permukaan dan bentuk geram. Dengan benda kerja alumunium 6061 dan kuningan yang nantinya akan diambil nilai rata-rata, serta dari setiap penggantian *end mill* dengan merk yang berbeda yang ada di pasaran yaitu merk : asahi, nachi dan dolmer. Hasil penelitian kerataan permukaan dilakukan akan diuji denga *dial indikator*, sedangkan untuk bentuk geram menggunakan jangka sorong digital, supaya lebih presisi. Selain peneliti menggunakan metode deskriptif kuantitatif, peneliti juga menggunakan perhitungan secara statistika untuk mengetahui hubungan satu sama yang lain. Karena peneliti dalam judul menggunakan kata pengaruh, maka artinya hasil penelitian tersebut berpengaruh atau tidak. Dalam hal ini peneliti menggunakan *independent sampel T test*. Tujuanya jelas, berguna memabndingkan rata-rata dari dua grup yang tidak berhubungan satu dengan yang lain. Apakah kedua grup mempunyai rata-rata yang sama ataukah tidak secara signifikan. Data yang digunakan untuk analisis ini umumnya kuantitatif, dengan asumsi data berdistribusi normal dan jumlah sampel sedikit (dibawah 30 sampel). Peneliti menggunakan program SPSS. SPSS merupakan suatu software yang berfungsi untuk menganalisis data, melakukan perhitungan statistika baik parametrik maupun non parametrik dengan berbasis windows.

HASIL DAN PEMBAHASAN

- **Data Hasil Penelitian**
Pengambilan data pada penelitian “Pengaruh Variasi *End Mill Cutter* Terhadap Tingkat Kerataan Permukaan Dan Bentuk Geram Kuningan dan Alumunium 6061 Pada Mesin CNC TU-3A Dengan Kode Program G 01” ini dengan menggunakan mesin CNC TU-3A EMCO dengan variasi 2 bahan dasar yang berbeda dengan kedalaman 0,6 mm. Hasil pengujian kerataan permukaan dan geram antara benda alumunium 6061 dan kuningan, dengan menggunakan variasi *end mill cutter* yang ada di pasaran. Serta kedalaman pemakanan yang bervariasi, sedangkan untuk program mennggunakan kode yang sama yaitu G 01. Bisa dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Tabel Hasil Pengujian logam Alumunium Dan Kuningan

Benda Kerja	Jumlah Pengujian	RUMAH			RUMAH			RUMAH			RUMAH			Foto Geram		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
ALUMINIUM	NACHI	0	0	0	0,70	0,27	0,75	0,27	0,4	0,65	0,65	0,57	2,91	2,97	2,96	
	ASAHI	0	0,01	0,07	0,31	0,3	0,31	0,30	0,78	0,81	0,8	0,57	5,48	5,41	5,54	
	DORMER	0,04	0,09	0,12	0,04	0,13	0,1	0,27	0,3	0,35	0,31	0,45	3,42	3,48	3,7	3,67
KUNINGAN	NACHI	0	0	0,02	0,07	0,4	0,37	0,38	0,38	0,36	0,35	0,35	4,68	4,67	4,68	
	ASAHI	0,01	0,02	0,04	0,04	0,0	0,65	0,65	0,67	0,64	0,61	0,62	4,55	4,5	4,57	
	DORMER	0,04	0,1	0,18	0,07	0,5	0,51	0,5	0,35	0,38	0,4	0,48	3,43	3,43	3,43	

- Analisa varian untuk tingkat kerataan benda aluminium 6061.

Tabel 2. Group Statistics Uji Kerataan

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
NACHI	3	,00000	,00000	,00000	,00000	,00000	,000	,000
ASAHI	3	-,00667	,005774	,003333	-,02101	,00768	-,010	,000
DORMER	3	,08333	,040415	,023333	-,01706	,18373	,040	,120
Total	9	,02556	,047987	,013996	-,01133	,06244	-,010	,120

Dari tabel 2. group statistics nampak bahwa pahat nachi mempunyai rata-rata sebesar 0,000, sedangkan untuk pahat asahi mempunyai rata-rata -0,00667, dan untuk pahat dormer memiliki rata-rata 0,08333. Sebelum melanjutkan uji, perlu diingat bahwa salah satu asumsi uji Anava adalah variansnya sama.

Tabel 3. Test of Homogeneity of Variances

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
5,854	2	6	,042

Sebelum melanjutkan uji, perlu diingat bahwa salah satu asumsi uji Anava adalah **variansnya sama**. Dari tabel 3. *Test of Homogeneity of Variances* untuk menguji homegenitas daripada varian, terlihat bahwa hasil uji menunjukkan bahwa varian kedua kelompok tersebut sama (P-value = 0,042), sehingga uji Anava valid untuk menguji hubungan ini. (Lihat tabel di bawah) Selanjutnya, untuk melihat apakah ada perbedaan dari kedua bahan saat pengujian kerataan, kita lihat tabel ANAVA di bawah ini.

Tabel 4. ANAVA Uji Kerataan

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,015	2	,008	13,380	,006
Within Groups	,003	6	,001		
Total	,018	8			

Pada tabel kolom Sig. Diperoleh nilai P (P-Value) = 0,006, sedangkan pada taraf nyata (mean square) = 0,05 sehingga ($< 0,05$) hasilnya menolak H_0 sedangkan H_a diterima, dan dapat disimpulkan terdapat perbedaan antara variasi penggunaan *end mill* terhadap benda kerja aluminium 6061.

- Hasil Uji T Perbandingan Hasil *Milling* Pahat Nachi Dan Pahat Asahi Aluminium
Oleh karena nilai t hitung $> t$ tabel ($2,000 < 2,776$) dan P value ($0,00 < 0,05$) maka H_0 ditolak, artinya bahwa terdapat pengaruh antara pahat nachi dan pahat asahi terhadap hasil tingkat kerataan aluminium.
- Hasil Uji T Perbandingan Hasil *Milling* Pahat Nachi Dan Pahat Dormer Aluminium
Oleh karena nilai t hitung $> t$ tabel ($-3,571 < 2,776$) dan P value ($0,00 < 0,05$) maka H_0 ditolak, artinya bahwa terdapat pengaruh antara pahat nachi dan pahat dormer terhadap hasil tingkat kerataan aluminium.
- Hasil Uji T Perbandingan Hasil *Milling* Pahat Asahi Dan Pahat Dormer Aluminium
Oleh karena nilai t hitung $> t$ tabel ($-3,818 < 2,776$) dan P value ($0,00 < 0,05$) maka H_0 ditolak, artinya bahwa terdapat pengaruh antara

pahat asahi dan pahat dormer terhadap hasil tingkat kerataan aluminium.

- Analisa varian untuk tingkat kerataan benda kuningan

Tabel 5. Group Statistics Uji Kerataan

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
NACHI	3	,00667	,011547	,006667	-,02202	,03335	,000	,020
ASAHI	3	,02333	,013275	,008819	-,01461	,06128	,010	,040
DORMER	3	,10667	,070238	,040352	-,06781	,28115	,040	,180
Total	9	,04556	,058973	,019638	-,00223	,09089	,000	,180

Dari tabel 5. group statistics nampak bahwa pahat nachi mempunyai rata-rata sebesar 0,00667, sedangkan untuk pahat asahi mempunyai rata-rata 0,02333, dan untuk pahat dormer memiliki rata-rata 0,10667. Sebelum melanjutkan uji, perlu diingat bahwa salah satu asumsi uji Anava adalah variansnya sama.

Tabel 6. Test of Homogeneity of Variances

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
3,223	2	6	,112

Sebelum melanjutkan uji, perlu diingat bahwa salah satu asumsi uji Anava adalah **variansnya sama**. Dari tabel 6. *Test of Homogeneity of Variances* untuk menguji homegenitas daripada varian, terlihat bahwa hasil uji menunjukkan bahwa varian kedua kelompok tersebut sama (P-value = 0,112), sehingga uji Anava valid untuk menguji hubungan ini. (Lihat tabel di bawah) Selanjutnya, untuk melihat apakah ada perbedaan dari kedua bahan saat pengujian kerataan, kita lihat tabel ANAVA di bawah ini.

Tabel 7. ANAVA Uji Kerataan

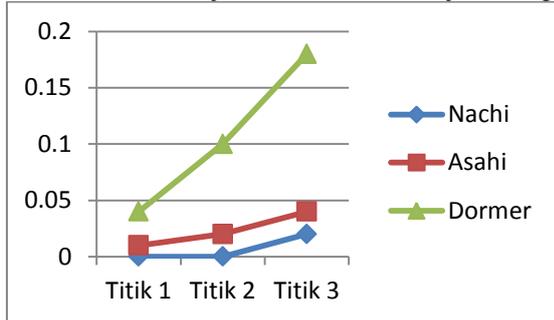
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,017	2	,009	4,874	,055
Within Groups	,011	6	,002		
Total	,028	8			

Pada tabel kolom Sig. Diperoleh nilai P (P-Value) = 0,055, sedangkan pada taraf nyata (mean square) = 0,05 sehingga ($< 0,05$) hasilnya menolak H_0 sedangkan H_a diterima, dan dapat disimpulkan terdapat perbedaan antara variasi penggunaan *end mill* terhadap benda kerja kuningan .

- Hasil Uji T Perbandingan Hasil *Milling* Pahat Nachi Dan Pahat Asahi Kuningan
Oleh karena nilai t hitung $> t$ tabel ($-1,508 < 2,776$) dan P value ($0,00 < 0,05$) maka H_0 ditolak, artinya bahwa terdapat pengaruh antara pahat nachi dan pahat asahi terhadap hasil tingkat kerataan kuningan.
- Hasil Uji T Perbandingan Hasil *Milling* Pahat Nachi Dan Pahat Dormer Kuningan
Oleh karena nilai t hitung $> t$ tabel ($-2,433 < 2,776$) dan P value ($0,00 < 0,05$) maka H_0 ditolak, artinya bahwa terdapat pengaruh antara pahat asahi dan pahat dormer terhadap hasil tingkat kerataan kuningan.
- Hasil Uji T Perbandingan Hasil *Milling* Pahat Asahi Dan Pahat Dormer Kuningan

Oleh karena nilai t hitung $>$ t tabel ($-2,008 < 2,776$) dan P value ($0,00 < 0,05$) maka H_0 ditolak, artinya bahwa terdapat pengaruh antara pahat asahi dan pahat dormer terhadap hasil tingkat kerataan kuningan.

- Analisa Grafik Uji kerataan Benda Kerja Kuningan



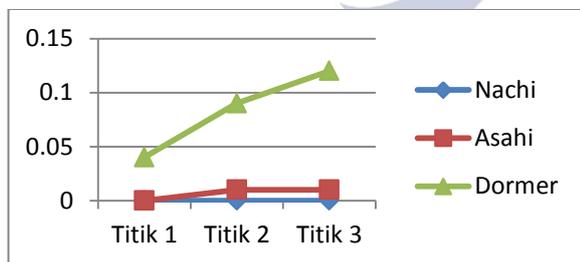
Gambar 1. Grafik tingkat kerataan permukaan berdasarkan variasi end mill kedalaman pemakanan 0,6 mm

Tabel 8. Rata-rata kuningan kedalaman 0,6 mm

Pahat	Uji Kerataan			Rata-Rata
	1	2	3	
Nachi	0	0	0.02	0.006667
Asahi	0.01	0.02	0.04	0.023333
Dormer	0.04	0.1	0.18	0.106667

Gambar 1. dan Tabel 8. di atas menunjukkan bahwa ada perbedaan tingkat kerataan benda kerja kuningan berdasarkan variasi pahat dan kedalaman 0,6 mm. Dan semua diuji dengan 3 titik yang berbeda dan di rata-rata. Analisa Grafik Uji kerataan Benda Kerja Kuningan.

- Analisa Grafik Uji kerataan Benda Kerja alumunium



Gambar 2. Grafik tingkat kerataan permukaan berdasarkan variasi end mill kedalaman pemakanan 0,6 mm

Tabel 9. Rata-rata alumunium 0,6 mm

Pahat	Uji Kerataan			Rata-Rata
	1	2	3	
Nachi	0	0	0	0
Asahi	0	-0.01	-0.01	-0.00667
Dormer	0.04	0.09	0.12	0.083333

Gambar 2. dan Tabel 9. di atas menunjukkan bahwa ada perbedaan tingkat kerataan benda kerja alumunium berdasarkan variasi pahat dan

kedalaman 0,6 mm. Dan semua diuji dengan 3 titik yang berbeda dan di rata-rata

PENUTUP

Simpulan

Hasil dari penelitian tingkat kerataan permukaan dan bentuk geram, dengan variasi bahan dasar alumunium 6061 dan kuningan dan juga variasi 3 jenis pahat. Yang mengacu pada rumusan masalah, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- Terdapat pengaruh 3 jenis pahat terhadap benda alumunium 6061 dengan kedalaman 0,6 mm.
 - Ada perbedaan yang signifikan tingkat kerataan hasil milling benda kerja alumunium kedalaman 0,6 mm antara pahat nachi dan pahat asahi. Oleh karena nilai t hitung $>$ t tabel ($2,000 < 2,776$) dan P value ($0,00 < 0,05$) maka H_0 ditolak, artinya bahwa terdapat pengaruh antara pahat nachi dan pahat asahi terhadap hasil tingkat kerataan alumunium.
 - Ada perbedaan yang signifikan tingkat kerataan hasil milling benda kerja alumunium kedalaman 0,6 mm antara pahat nachi dan pahat dormer. Oleh karena nilai t hitung $>$ t tabel ($-3,571 < 2,776$) dan P value ($0,00 < 0,05$) maka H_0 ditolak, artinya bahwa terdapat pengaruh antara pahat nachi dan pahat dormer terhadap hasil tingkat kerataan alumunium.
 - Ada perbedaan yang signifikan tingkat kerataan hasil milling benda kerja alumunium kedalaman 0,6 mm antara pahat asahi dan pahat dormer. Oleh karena nilai t hitung $>$ t tabel ($-3,818 < 2,776$) dan P value ($0,00 < 0,05$) maka H_0 ditolak, artinya bahwa terdapat pengaruh antara pahat asahi dan pahat dormer terhadap hasil tingkat kerataan alumunium.
- Terdapat pengaruh 3 jenis pahat terhadap benda kuningan dengan kedalaman 0,6 mm.
 - Ada perbedaan yang signifikan tingkat kerataan hasil milling benda kerja kuningan kedalaman 0,6 mm antara pahat nachi dan pahat asahi. Oleh karena nilai t hitung $>$ t tabel ($-1,508 < 2,776$) dan P value ($0,00 < 0,05$) maka H_0 ditolak, artinya bahwa terdapat pengaruh antara pahat nachi dan pahat asahi terhadap hasil tingkat kerataan kuningan.
 - Ada perbedaan yang signifikan tingkat kerataan hasil milling benda kerja kuningan kedalaman 0,6 mm antara pahat nachi dan pahat dormer. Oleh karena nilai t hitung $>$ t tabel ($-2,433 < 2,776$) dan P value ($0,00 < 0,05$) maka H_0 ditolak, artinya bahwa terdapat pengaruh antara

pahat asahi dan pahat dormer terhadap hasil tingkat kerataan kuningan.

- Ada perbedaan yang signifikan tingkat kerataan hasil milling benda kerja kuningan kedalaman 0,6 mm antara pahat asahi dan pahat dormer. Oleh karena nilai t hitung $>$ t tabel (-2,008 < 2,776) dan P value (0,00 < 0,05) maka H_0 ditolak, artinya bahwa terdapat pengaruh antara pahat asahi dan pahat dormer terhadap hasil tingkat kerataan kuningan.

Saran

Setelah melihat hasil penelitian dan pembahasannya, maka saran saya yang dapat disampaikan adalah sebagai berikut:

- Untuk penelitian selanjutnya yang sejenis, disarankan untuk menganalisa faktor-faktor atau variabel-variabel lain. Yang dapat mempengaruhi tingkat kerataan permukaan dan bentuk geram. Terutama pada proses pengefraisan menggunakan pahat yang ada di pasaran dengan kode program G 01, dengan menggunakan bahan baik aluminium 6061 maupun kuningan.
- Bagi peneliti lain disarankan mengembangkan topik lain mengenai proses pengefraisan dengan kode G 01 pada mesin CNC TU-3A *Emco*, dengan variasi pahat yang ada di pasaran dan antara bahan kuningan dan aluminium 6061, sehingga dapat melengkapi referensi dalam proses pengefraisan dan hasil pengefraisan tidak harus menggunakan tingkat kerataan dan uji bentuk geram.
- Sebagai bahan pertimbangan dalam proses pengefraisan pada mesin CNC TU-3A, disarankan apabila mengerjakan pengefraisan menggunakan variasi pahat, dengan menggunakan bahan kuningan dan aluminium 6061 pada program G 01.
- Sebagai bahan pertimbangan karena dalam penelitian ini kurang maksimal dan tidak sesuai rumusan masalah maka, apabila ada yang ingin mengembangkan penelitian ini harap untuk meningkatkan kedalaman pemakanan dalam penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

Ash, Shiddieqy. 2014. Pengaruh Jenis Benda Kerja, Kedalaman Pemakanan dan Kecepatan Spindel Terhadap Tingkat Kerataan Permukaan dan Bentuk Geram Baja ST.41 dan ST. 60 Pada Proses Milling Konvensional. Jurnal Skripsi. JTM. Volume 02 Nomor 02 Tahun 2014, 208-216.

Emrizal, (2007:30). Mesin Frais CNC TU-3A. Artikel 1 of 1. Diambil pada tanggal 20 Juni 2015 dari :<http://littlemini09.blogspot.com/2011/01/laporan-cnc.html>

Fitriyah, Laili. 2014. Pengaruh Jenis pahat, kecepatan spindel dan kedalaman pemakanan terhadap tingkat kekerasan permukaan dan bentuk geram baja ST. 41 pada proses *milling* konvensional. Jurnal Skripsi. JTM. Volume 02 Nomor 02 Tahun 2014, 52-83.

Lilih, dkk. 2003. *Mesin Miling CNC TU 3A*. Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah. Balai Latihan Pendidikan Teknik Surabaya.

Margono. 1997:110. Dasar-Dasar Metrologi Industri. Jakarta: Departemen P&K.

Masrun, dkk. (2009:2) Pengaruh sudut penyayat dan jumlah mata sayat endmill Cutter terhadap tingkat kekasaran permukaan baja st 40 hasil Pemesinan cnc milling tosuoro kontrol gsk 983 ma-h. Artikel 361 of 373. Diambil pada tanggal 13 Maret 2014 dari :
http://portalgaruda.org/download_article.php?article=109477&val=4092

Muin, Syamsir. (1989:7). Dasar-Dasar Perencanaan Perkakas. Jakarta: PT. Rineka Cipta.

Prasetya, Heru. 2011. *Pengaruh Kecepatan dan Kedalaman Pemakanan Terhadap Tingkat Kekasaran Permukaan Benda Kerja Pada Mesin Frais CNC TU-3A Dengan Program G01*. Skripsi Strata 1 tidak diterbitkan. Universitas Negeri Surabaya.

Ristanto, Bambang. (2006). Pengaruh Feeding Terhadap Tingkat Kekasaran Permukaan Pada Proses Penyekrapan Rata Dengan Spesimen Baja. Artikel 30 of 30. Diambil pada tanggal 17 April 2011 dari :
[Digilib . unnes . ac . id / gsdlib / collect / skripsi / import/1886.pdf](http://digilib.unnes.ac.id/gsdlib/collect/skripsi/import/1886.pdf).

Sugiyono (2008:335). Metodologi Penelitian Pendidikan. Jakarta: PT. Rineka Cipta

Surdia, Tata & Saito, Shinroku. 2004. Pengetahuan Bahan Teknik. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.

Sutopo, Beno. 2006:1. Menggambar Mesin Menurut Standar ISO. Jakarta: Pradnya Paramita

Syamsir, (1989:7). Analisis Coran Kuningan dari Limbah Rosokan dan Gram-Gram Sisa Permesinan untuk Komponen Permesinan. Jurnal Kompetensi Teknik Vol.1, No. 2, Mei 2010

Widiarto, (2008:378). Elemen Dasar Proses Frais (Milling). Artikel 1 of 1. Di akses pada tanggal 28 Februari 2014 dari : <http://mesin-teknik.blogspot.com>.