

PENGARUH JUMLAH MATA SAYAT *ENDMILL CUTTER*, KEDALAMAN PEMAKANAN DAN KECEPATAN PEMAKANAN (*FEEDING*) TERHADAP TINGKAT KEKASARAN PERMUKAAN BENDA KERJA PADA MESIN MILING CNC TU-3A DENGAN PROGRAM G01

Yopi Rahmad Firmansyah

S1 Pendidikan Teknik Mesin Produksi, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail: yopirahmad@gmail.com

Budihardjo Achmadi Hasyim

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail: budihardjoah_unesa@yahoo.co.id

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi kedalaman pemakanan (0,4 mm; 0,6 mm; 0,8 mm) dan kecepatan pemakanan terhadap tingkat kekasaran permukaan benda kerja aluminium 2036 pada mesin milling CNC TU-3A dengan program absolut G01, mengetahui pengaruh variasi jumlah mata sayat pahat *endmill cutter* 2 *flute* dan 4 *flute*. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium CNC teknik mesin Balai Latihan Kerja Surabaya dan untuk pengujian tingkat kekasaran permukaan benda kerja dilakukan di Laboratorium Pengujian Bahan, Teknik Mesin, Balai Latihan Kerja Surabaya. Alat ukur yang digunakan untuk mengukur kekasaran permukaan benda kerja tersebut adalah *surface tester*. Metode analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif kualitatif. Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa: (1) Ada pengaruh variasi jumlah mata sayat pahat dan kedalaman pemakanan, yaitu pada kedalaman 0,4 mm; 0,6 mm; dan 0,8 mm dengan jumlah mata sayat 2 *flute* dihasilkan rata-rata tingkat kekasaran permukaan benda kerja secara berturut-turut adalah 0,83 μm , 0,92 μm , dan 1,25 μm dan jumlah mata sayat 4 *flute* adalah 0,75 μm , 0,87 μm , dan 0,93 μm . Jadi semakin dalam pemakanan dan semakin sedikit jumlah mata sayat pahat, maka tingkat kekasaran permukaan benda kerja akan semakin tinggi. (2) Ada pengaruh variasi kecepatan pemakanan, yaitu pada kecepatan 70 mm/menit, 80 mm/menit, 90 mm/menit dengan kedalaman 0,4 mm dan jumlah mata sayat pahat 4 *flute* dihasilkan rata-rata tingkat kekasaran permukaan benda secara berturut-turut adalah 0,75 μm , 0,87 μm , dan 0,93 μm . Jadi, semakin rendah kecepatan pemakanan, maka semakin rendah tingkat kekasaran permukaan benda kerja. (3) Variasi jumlah mata sayat pahat, kedalaman pemakanan dan kecepatan pemakanan yang menghasilkan benda kerja dengan nilai rata-rata tingkat kekasaran paling rendah adalah pengerjaan dengan mata sayat 4 *flute*, kedalaman pemakanan 0,4 mm dan kecepatan pemakanan 70 mm/menit, yaitu sebesar 0,75 μm .

Kata Kunci: *jumlah mata sayat, kedalaman pemakanan, kecepatan pemakanan, kekasaran permukaan, aluminium 2036.*

Abstract

The purpose of this study was to determine the effect of variations in the depth of burial (0.4 mm, 0.6 mm, 0.8 mm) and speed feeds on the workpiece surface roughness in aluminum 2036 CNC milling machine TU-3A with absolute program G01, knowing the effect of variations in the numbers of slice chisel cutter *endmill* 2 *flute* and 4 *flute*. This research conducted at the Laboratory of CNC engineering vocational training center Surabaya and for testing the level of the surface roughness of the workpiece is done in Laboratory Testing Materials, Mechanical Engineering, Training Center Surabaya. Measuring instrument used to measure the surface roughness of the workpiece is *surface tester*. The method of data analysis used in this study is descriptive qualitative method. From these results it can be concluded that: (1) There is the influence of variations in the numbers of slice chisel and burial depth, that is at a depth of 0.4 mm; 0.6 mm; and 0.8 mm, slice number 2 *flute* eyes produced an average surface roughness of the workpiece in succession is 0.83 μm , 0.92 μm and 1.25 μm and the numbers of slice 4 *flute* was 0.75 μm , 0.87 μm and 0.93 μm . So the deeper the burial and the fewer number of eyes slice chisel, then the level of the surface roughness of the workpiece will be higher. (2) There is the influence of variations in the speed of burial, ie at a speed of 70 mm / min, 80 mm / min, 90 mm / min to a depth of 0.4 mm and the number of eyes slice 4 *flute* cutting tool produced an average surface roughness of objects in successive are respectively 0.75 μm , 0.87 μm and 0.93 μm . So, the lower the speed of burial, the lower the level of the surface roughness of the workpiece. (3) Variations in the number of eyes slice chisel, depth of burial and funeral speed that produces the workpiece with the average value of roughness is lowest level of workmanship with an eye slice 4 *flute*, burial depth of 0.4 mm and a speed of burial of 70 mm / min, which is 0.75 μm .

Keywords: *the numbers of slice, burial depth, burial speed, surface roughness, aluminum 2036.*

PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin pesat menuntut dunia industri manufaktur, terutama dalam hal pembentukan logam harus mampu bersaing dalam beberapa faktor penting, seperti peningkatan kualitas produk, penurunan biaya produksi, produksi yang aman dan ramah lingkungan. Selain itu, kecepatan dalam proses produksi juga menjadi suatu hal yang penting. Mesin-mesin perkakas seperti mesin milling saat ini sudah dilengkapi dengan sistem kontrol pemrograman berbasis komputer (*Computer Numerically Controlled*), sehingga dapat berjalan otomatis sesuai perintah pemrograman.

Mesin CNC memiliki lebih banyak kelebihan daripada mesin konvensional, sehingga mesin yang berbasis pemrograman ini banyak digunakan di perusahaan. Dalam proses produksi suatu perusahaan akan selalu memperhatikan mutu produk yang dihasilkan. Salah satu yang sangat mempengaruhi mutu produk yang dihasilkan oleh mesin CNC adalah tingkat kekasaran permukaan benda kerja yang dihasilkan. Menurut pendapat Abbas,dkk. (2013) yang berbunyi “Pada proses permesinan ukuran kualitas banyak dilihat dari kekasaran permukaan yang dihasilkan. Tingkat kekasaran permukaan menjadi parameter kualitas utama dari setiap proses permesinan”. Kekasaran permukaan suatu komponen mesin selalu berhubungan dengan gesekan, pelumasan, dekoratif bentuk produk, maupun perangkaian komponen-komponen mesin. Semakin rendah tingkat kekasaran permukaan yang dihasilkan, maka semakin baik kualitas dari benda tersebut dan memiliki nilai jual yang tinggi. Dalam aplikasinya benda-benda yang membutuhkan nilai tingkat kekasaran permukaan yang rendah adalah pembuatan logo suatu perusahaan yang memiliki ketentuan tingkat kekasaran maksimal adalah $2,50 \mu\text{m}$ (N7).

Kekasaran permukaan (*surface roughness*) suatu produk permesinan dapat mempengaruhi beberapa fungsi produk tersebut seperti gesekan permukaan, perpindahan panas, kemampuan penyebaran pelumasan, pelapisan, dan lain-lain (M.Tegar L, dkk tanpa tahun :1). Maka sudah selayaknya kekasaran permukaan hasil dari proses milling perlu diperhatikan dan dicari cara yang tepat untuk mendapatkan tingkat kekasaran yang rendah. Secara garis besar tingkat kekasaran permukaan bergantung kepada parameter pemesinan, diantaranya kecepatan spindle, kecepatan pemakanan (*Feeding*), kecepatan potong, kedalaman pemakanan, gerak pemakanan, pendinginan, karakteristik pahat, dan lain-lain.

Menurut Mukti Bawono (2006:2) berdasarkan pengalaman di lapangan menunjukkan bahwa faktor kecepatan dan kedalaman pemakanan sangat berpengaruh

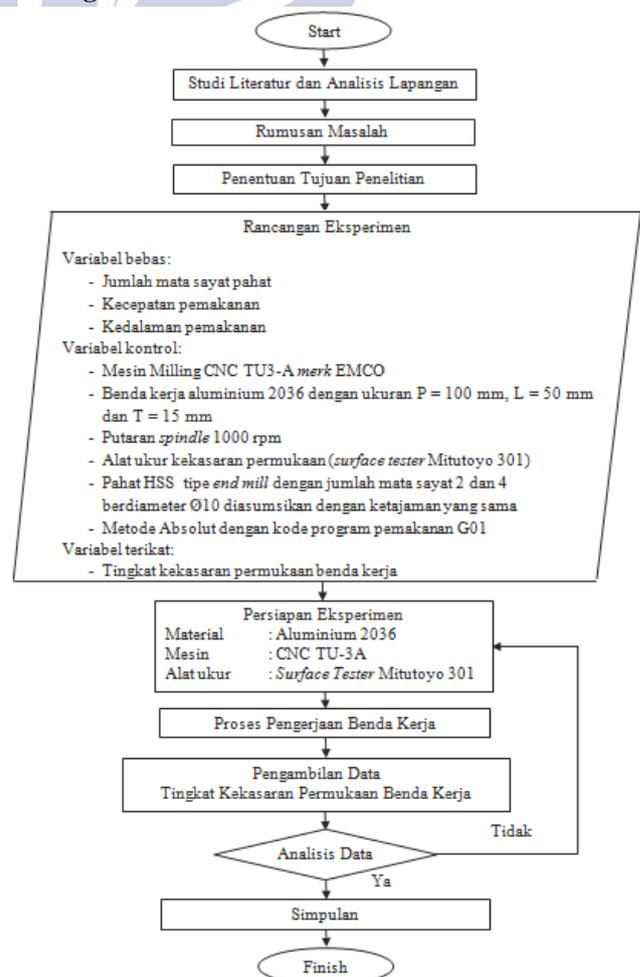
pada tingkat kekasaran permukaan benda kerja. Sedangkan menurut Zainudin, dkk (tanpa tahun : 2) berdasarkan penelitiannya menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah mata sayat pahat sangat berpengaruh pada tingkat kekasaran permukaan benda kerja. Hal ini disebabkan semakin banyak jumlah mata sayat pahat maka geram yang dihasilkan semakin kecil karena tiap mata sayat tidak menyayat terlalu banyak.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi jumlah mata sayat pahat, kedalaman pemakanan (0,4 mm; 0,6 mm; 0,8 mm) dan variasi kecepatan pemakanan (70 mm/menit, 80 mm/menit, 90 mm/menit) terhadap tingkat kekasaran permukaan benda kerja aluminium 2036 pada mesin bubut CNC TU-3A dengan program absolut G01. Serta untuk mengetahui nilai tingkat kekasaran permukaan paling rendah yang dihasilkan dari interaksi variasi jumlah mata sayat pahat, kedalaman pemakanan dan kecepatan pemakanan.

Adapun manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai sumbangan pikiran dalam dunia pendidikan.

METODE

Rancangan Penelitian



Gambar 1. Rancangan Penelitian

Tempat dan Waktu

Untuk proses pengerjaan dan pengujian kekasaran dilakukan di Laboratorium CNC, Jurusan Teknik Mesin Balai Latihan Kerja Surabaya. Penelitian dilakukan pada bulan Mei sampai dengan September 2014.

Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif, yaitu penelitian yang dilakukan untuk memperoleh data-data valid hasil pengujian dalam bentuk angka yang kemudian mendeskripsikan data tersebut dalam bentuk kalimat yang mudah dibaca, dipahami, dan diinterpretasikan. Penelitian ini meneliti sebanyak delapan belas benda kerja yang mendapatkan perlakuan berbeda dalam proses pengerjaannya, yaitu berbeda jumlah mata sayat pahat, kedalaman pemakanan dan tingkat kecepatan pemakanannya. Pada tahap akhirnya dapat diketahui benda kerja mana yang mempunyai tingkat kekasaran paling rendah dan paling tinggi.

Dari hasil variasi pengerjaan benda kerja nantinya dapat dilihat nilai kekasaran permukaannya. Untuk mendapatkan data yang lebih akurat, maka setiap benda kerja dilakukan pengujian kekasaran sebanyak tiga kali dan diambil nilai rata-ratanya.

Variabel Penelitian

- Variabel Bebas
Variabel bebas dalam penelitian ini adalah jumlah mata sayat pahat kecepatan pemakanan, dan kedalaman pemakanan.
- Variabel Terikat
Variabel terikat dalam penelitian ini adalah tingkat kekasaran permukaan benda kerja aluminium 2036.
- Variabel Kontrol
Variabel kontrol yang dimaksud adalah semua faktor yang dapat mempengaruhi tingkat kekasaran permukaan, faktor tersebut meliputi: mesin CNC TU-3A merk EMCO, Benda kerja aluminium 2036 dengan ukuran $P = 100$ mm, $L = 50$ mm dan $T = 15$ mm, Putaran *spindle* 1000 rpm, alat ukur kekasaran permukaan (*surface tester*), dan Pahat *end mill* HSS diasumsikan dengan ketajaman yang sama.

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- Metode literatur, yaitu suatu acuan atau pedoman dalam melaksanakan kegiatan penelitian agar dapat terarah pada tujuan awal penelitian.
- Observasi (pengamatan), yaitu kegiatan pemusatan perhatian terhadap sesuatu objek dengan menggunakan seluruh alat indera. Instrumen penelitian ini dirancang oleh peneliti untuk

mengetahui data mengenai tingkat kekasaran permukaan benda kerja pada setiap perubahan kecepatan pemakanan.

- 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 jumlah mata sayat 2 dan 4 serta kecepatan pemakanan 70 mm/menit, 80 mm/menit, dan 90 mm/menit dengan kedalaman pemakanan 0,4 mm, 0,6 mm, dan 0,8 mm.

Teknik Analisis Data

Metode analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif kuantitatif. Analisis data dilakukan dengan cara menelaah data yang diperoleh dari eksperimen, dimana hasilnya berupa data kuantitatif. Data yang dianalisis adalah hasil pengujian I, II, III tingkat kekasaran permukaan benda kerja yang nantinya diambil nilai rata-rata dari setiap perubahan nilai kecepatan dan kedalaman pemakanan. Langkah selanjutnya adalah mendeskripsikan data tersebut dalam bentuk kalimat yang mudah dibaca, dipahami, dan diinterpretasikan, sehingga pada akhirnya adalah sebagai upaya memberi jawaban atas permasalahan yang diteliti.

HASIL DAN PEMBAHASAN

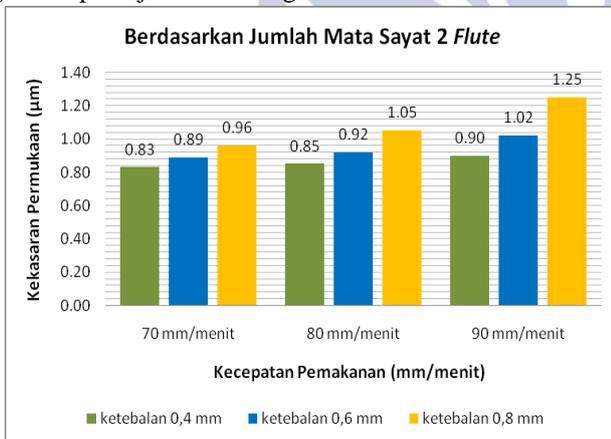
Data Hasil Penelitian

Setelah proses pengerjaan pada mesin CNC TU-3A, benda kerja diukur tingkat kekasaran permukaan dengan menggunakan alat *surface tester*. Permukaan benda kerja yang dimilling dibagi menjadi 3 bagian titik pengukuran. Pengukuran pertama dilakukan pada sisi saat pertama kali pahat menyayat benda kerja, pengukuran kedua dilakukan di tengah-tengah permukaan benda kerja, dan pengukuran ketiga dilakukan pada sisi penyayatan terakhir benda kerja. Adapun hasil pengujian tingkat kekasaran permukaan benda kerja yang dilakukan dengan variasi jumlah mata sayat pahat, kedalaman pemakanan (0,4 mm; 0,6 mm; 0,8 mm) dan variasi kecepatan pemakanan (70 mm/menit, 80 mm/menit, 90 mm/menit) adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil pengukuran tingkat kekasaran permukaan benda kerja

Jumlah Mata Sayat Pahat <i>End Mill</i>	Kedalaman Pemakanan	Feeding (mm/menit)	Hasil Pengukuran			Rata-rata (X)
			Kekasaran Permukaan (μm)			
			T1	T2	T3	
2 Flute	0.4 mm	70 mm/menit	0.77	0.84	0.88	0.83
		80 mm/menit	0.79	0.86	0.90	0.85
		90 mm/menit	0.85	0.91	0.95	0.90
	0.6 mm	70 mm/menit	0.80	0.91	0.95	0.89
		80 mm/menit	0.83	0.93	0.99	0.92
		90 mm/menit	0.88	0.98	1.20	1.02
	0.8 mm	70 mm/menit	0.86	0.96	1.07	0.96
		80 mm/menit	0.90	1.10	1.16	1.05
		90 mm/menit	1.07	1.30	1.37	1.25
4 Flute	0.4 mm	70 mm/menit	0.70	0.73	0.82	0.75
		80 mm/menit	0.80	0.85	0.95	0.87
		90 mm/menit	0.84	0.95	0.99	0.93
	0.6 mm	70 mm/menit	0.80	0.83	0.91	0.85
		80 mm/menit	0.82	0.88	0.98	0.89
		90 mm/menit	0.90	0.98	1.12	1.00
	0.8 mm	70 mm/menit	0.81	0.92	0.98	0.90
		80 mm/menit	0.72	0.95	1.20	0.96
		90 mm/menit	0.90	1.05	1.16	1.04

Berikut adalah penjabaran hasil penelitian di atas berdasarkan jumlah mata sayat pahat 2 flute, kedalaman pemakanan dan kecepatan pemakanan disajikan dalam bentuk grafik dengan penjelasan secara distributif. Hasil penelitian berdasarkan variasi jumlah mata sayat pahat 2 flute dapat dijabarkan sebagai berikut:

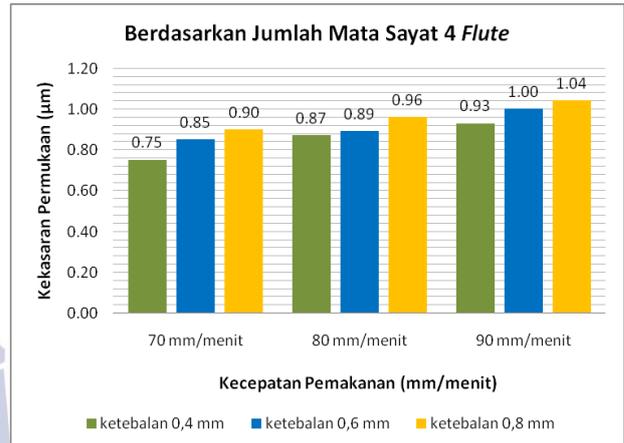


Gambar 2. Grafik rata-rata tingkat kekasaran permukaan berdasarkan jumlah mata sayat pahat 2 flute

- Kedalaman pemakanan 0,4 mm dengan mata sayat 2 Flute
 - Kecepatan pemakanan 70 mm/menit = 0,83 μm
 - Kecepatan pemakanan 80 mm/menit = 0,85 μm
 - Kecepatan pemakanan 90 mm/menit = 0,90 μm
- Kedalaman pemakanan 0,6 mm dengan mata sayat 2 Flute
 - Kecepatan pemakanan 70 mm/menit = 0,89 μm
 - Kecepatan pemakanan 80 mm/menit = 0,92 μm
 - Kecepatan pemakanan 90 mm/menit = 1,02 μm
- Kedalaman pemakanan 0,8 mm dengan mata sayat 2 Flute
 - Kecepatan pemakanan 70 mm/menit = 0,96 μm
 - Kecepatan pemakanan 80 mm/menit = 1,05 μm

- Kecepatan pemakanan 90 mm/menit = 1,25 μm

Sedangkan hasil penelitian berdasarkan jumlah mata sayat pahat 4 flute dapat dijabarkan sebagai berikut:



Gambar 3. Grafik rata-rata tingkat kekasaran permukaan berdasarkan jumlah mata sayat pahat 4 flute

- Kedalaman pemakanan 0,4 mm dengan mata sayat 4 Flute
 - Kecepatan pemakanan 70 mm/menit = 0,75 μm
 - Kecepatan pemakanan 80 mm/menit = 0,87 μm
 - Kecepatan pemakanan 90 mm/menit = 0,93 μm
- Kedalaman pemakanan 0,6 mm dengan mata sayat 4 Flute
 - Kecepatan pemakanan 70 mm/menit = 0,85 μm
 - Kecepatan pemakanan 80 mm/menit = 0,89 μm
 - Kecepatan pemakanan 90 mm/menit = 1,00 μm
- Kedalaman pemakanan 0,8 mm dengan mata sayat 4 Flute
 - Kecepatan pemakanan 70 mm/menit = 0,90 μm
 - Kecepatan pemakanan 80 mm/menit = 0,96 μm
 - Kecepatan pemakanan 90 mm/menit = 1,04 μm

Pembahasan

Untuk memperjelas data hasil penelitian di atas, maka akan dijelaskan secara deskriptif dari setiap parameter penelitian sebagai berikut:

- **Pengaruh jumlah mata sayat pahat terhadap kekasaran permukaan benda kerja**

Dilihat dari banyaknya jumlah mata sayat pahat, terlihat bahwa selalu terjadi penurunan tingkat kekasaran permukaan benda kerja pada mata sayat 4 flute dibandingkan dengan mata sayat 2 flute yang terlihat pada (Tabel 1). Berdasarkan masing-masing jumlah mata sayat menunjukkan tingkat kekasaran paling baik (paling rendah) dapat ditunjukkan pada variasi berikut:

- Jumlah mata sayat pahat 2 flute dengan kedalaman pemakanan 0,4 mm yaitu 0,83 μm .

- Jumlah mata sayat pahat 2 *flute* dengan kedalaman pemakanan 0,4 mm yaitu 0,85 μm .
- Jumlah mata sayat pahat 4 *flute* dengan kedalaman pemakanan 0,4 mm yaitu 0,75 μm

Dari tingkat kekasaran permukaan di atas, jumlah mata sayat pahat yang paling optimal menghasilkan tingkat kekasaran permukaan benda kerja yang rendah adalah pada mata sayat 4 *flute* yaitu 0,75 μm . Jadi, semakin banyak jumlah mata sayat maka, semakin rendah tingkat kekasaran permukaan benda kerja. Sebab dengan banyaknya jumlah mata sayat pahat maka geram yang dihasilkan semakin kecil karena tiap mata sayat tidak menyayat terlalu banyak, sehingga mengakibatkan tingkat kekasaran permukaan benda kerja lebih rendah dibandingkan dengan jumlah mata sayat yang sedikit.

- **Pengaruh kedalaman pemakanan terhadap kekasaran permukaan benda kerja**

Berdasarkan (Gambar 2) dan (Gambar 3), terlihat bahwa selalu terjadi peningkatan tingkat kekasaran permukaan benda kerja setiap dilakukan penambahan kedalaman pemakanan. Berdasarkan masing-masing kedalaman pemakanan dapat ditunjukkan tingkat kekasaran yang paling baik (paling rendah), pada variasi berikut:

- Kedalaman pemakanan 0,4 mm dengan jumlah mata sayat pahat 4 *Flute* dan kecepatan pemakanan 70 mm/menit yaitu 0,75 μm .
- Kedalaman pemakanan 0,4 mm dengan jumlah mata sayat pahat 2 *Flute* dan kecepatan pemakanan 70 mm/menit yaitu 0,83 μm .
- Kedalaman pemakanan 0,6 mm dengan jumlah mata sayat pahat 4 *Flute* dan kecepatan pemakanan 70 mm/menit yaitu 0,85 μm .

Dari tingkat kekasaran permukaan di atas, tingkat kedalaman pemakanan yang paling optimal menghasilkan tingkat kekasaran permukaan benda kerja yang rendah adalah pada kedalaman terendah 0,4 mm yaitu 0,75 μm . Jadi, kekasaran permukaan benda kerja terbaik diperoleh dengan kedalaman pemakanan yang rendah. Sebab kedalaman pemakanan yang rendah membuat beban pahat pada saat melakukan penyayatan semakin kecil dan getaran pahat kecil, sehingga mengakibatkan tingkat kekasaran permukaan benda kerja lebih rendah dibandingkan dengan kedalaman pemakanan yang tinggi.

- **Nilai tingkat kekasaran permukaan paling rendah yang dihasilkan dari interaksi variasi jumlah mata sayat pahat, kedalaman pemakanan dan kecepatan pemakanan**

Berdasarkan data hasil penelitian (Tabel 1), tingkat kekasaran permukaan aluminium 2036 paling

rendah yang dihasilkan dari proses pemilinan pada mesin CNC TU-3A setelah diuji dengan *surface tester* yaitu pada benda kerja kesepuluh. Benda kerja tersebut diproses dengan jumlah mata sayat 4 *flute*, kedalaman pemakanan 0,4 mm dan kecepatan pemakanan 70 mm/menit, yang menghasilkan nilai kekasaran pada setiap titik secara berturut-turut yaitu 0,70 μm , 0,73 μm , dan 0,82 μm . Kemudian setelah diambil rata-rata menghasilkan tingkat kekasaran sebesar 0,75 μm .

Jadi, nilai tingkat kekasaran permukaan paling rendah yang dihasilkan dari interaksi variasi jumlah mata sayat, kedalaman pemakanan dan kecepatan pemakanan adalah 0,75 μm , yang dihasilkan dari kedalaman pemakanan 0,4 mm dan kecepatan pemakanan 70 mm/menit.

Dari penjelasan di atas, hipotesis yang dikemukakan tidak sesuai dengan hasil penelitian, karena pada proses pengerjaan halus perlu dilakukan dengan gerak pemakanan kecil, kecepatan putar *spindle* yang tinggi dan tebal pemotongan yang kecil pula. Hasil penelitian sesuai dengan pendapat yang dikemukakan oleh Zainudin, dkk (tanpa tahun : 2) berdasarkan penelitiannya menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah mata sayat pahat sangat berpengaruh pada tingkat kekasaran permukaan benda kerja. Dengan semakin banyaknya jumlah mata sayat pahat akan menghasilkan permukaan yang halus (*finishing*). Kedalaman pemakanan yang rendah juga akan menghasilkan kekasaran permukaan yang rendah.

PENUTUP

Simpulan

- Pada variasi jumlah mata sayat 2 *flute* dan 4 *flute* dengan kedalaman (0,4 mm; 0,6 mm; 0,8 mm), dihasilkan rata-rata tingkat kekasaran permukaan benda kerja berturut-turut adalah 2 *flute* : 0,83 μm , 0,85 μm , dan 0,90 μm dan 4 *flute* : 0,75 μm , 0,87 μm , dan 0,93 μm . Jadi, semakin banyak jumlah mata sayat pahat dan semakin rendah kedalaman pemakanan, maka semakin rendah pula tingkat kekasaran permukaan benda kerja.
- Pada variasi kecepatan pemakanan (70 mm/menit, 80 mm/menit, 90 mm/menit) dengan jumlah mata sayat 4 *flute*, dihasilkan rata-rata tingkat kekasaran permukaan benda kerja berturut-turut adalah 0,75 μm , 0,87 μm , dan 0,93 μm . Jadi, semakin rendah kecepatan pemakanan, maka semakin rendah tingkat kekasaran permukaan benda kerja.
- Pada variasi kedalaman pemakanan (0,4 mm, 0,6 mm, 0,8 mm) dengan jumlah mata sayat 4 *flute*,

dihasilkan rata-rata tingkat kekasaran permukaan benda kerja berturut-turut adalah 0,83 μm , 0,91 μm , dan 0,99 μm . Jadi, semakin rendah kedalaman pemakanan, maka semakin rendah tingkat kekasaran permukaan benda kerja.

Saran

- Untuk penelitian selanjutnya yang sejenis disarankan untuk menganalisa faktor-faktor atau variabel-variabel lain yang mempengaruhi tingkat kekasaran permukaan pada proses pemilinan aluminium 2036 dengan mesin CNC TU-3A.
- Sebagai bahan pertimbangan dalam proses pemilinan pada mesin CNC TU-3A, disarankan memilih kedalaman pemakanan yang terendah dan kecepatan putar *spindle* yang tertinggi untuk mendapatkan tingkat kekasaran paling optimal (rendah).
- Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan variabel kecepatan dan kedalaman pemakanan serta jenis bahan yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

Abbas, Hammada. dkk, 2013. *Pengaruh Parameter Pemotongan pada Operasi Pemotongan Milling terhadap Getaran dan Tingkat Kekasaran Permukaan (Surface Roughness)*, (Online), (<http://repository.unhas.ac.id/bitstream/handle/123456789/7146/DRAFT%20ARTIKEL%20DAN%20ABSTRAK.pdf?sequence=1>, diakses pada 27 Juli 2014).

Bawono, Mukti. (2006). *Pengaruh Tingkat Kedalaman Dan Kecepatan Laju Pemakanan Terhadap Tingkat Kekasaran Permukaan Benda Kerja Pada Mesin CNC TU-3A Dengan Menggunakan Pahat End Mill*. Skripsi Strata 1 tidak diterbitkan, Universitas Negeri Surabaya.

Muin, Syamsir. (1986). *Dasar-dasar Perencanaan Perkakas*. Jakarta: Rajawali Mas.

Zainudin, dkk. (tanpa tahun). *Pengaruh sudut penyayatan 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).