

PENGARUH KECEPATAN PUTAR DAN PENYAYATAN ENDMILL CUTTER TYPE HSS TERHADAP TINGKAT KEKASARAN ALUMINIUM PADA MESIN CNC

Febrian Nur Firdaus

S1 Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail : febrianfirdaus16050524030@mhs.unesa.ac.id

Nur Aini Susanti

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail ; nursusanti@unesa.ac.id

Abstrak

Seiring kemajuan industri manufaktur, kekasaran permukaan adalah hal yang sangat penting dalam menentukan kualitas produk. Terutama pada pengerjaan mesin seperti mesin frais. karena produk menentukan nilai gesekan, keausan, pelumasan dan lainnya. Proses pemesinan akan menghasilkan kekasaran yang menjadi acuan untuk evaluasi produk pemesinan. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh kecepatan putar dan penyayatan endmill cutter type HSS terhadap tingkat kekasaran aluminium. Menggunakan metode study literature dengan mengumpulkan literature terkait selanjutnya data yang diperoleh dianalisa untuk menjawab permasalahan. Artikel ilmiah ini bertujuan mengetahui apakah betul suatu kekasaran permukaan dipengaruhi dari beberapa faktor seperti, kecepatan feeding, jenis material pahat, kecepatan putar dan lainnya. Hasil dari review beberapa artikel terkait menyebutkan ada pengaruh kecepatan putar, jenis material dan juga jenis material pahat. Hasil dari beberapa artikel menyebutkan penggunaan kecepatan rata-rata 700 Rpm sampai 1200 Rpm dihasilkan tingkat kekasaran permukaan yang paling baik yaitu pada kecepatan 1100 Rpm dengan $1,24 \mu\text{m}$, karena dipegaruhi oleh bahan aluminium yang relatif lunak dan pahat HSS yang memiliki tingkat kekerasan tinggi. kecepatan putaran mesin yang baik akan menghasilkan tingkat kekasaran yang baik, tidak terlalu rendah dan tidak terlalu tinggi karena semua faktor saling berkaitan.

Kata kunci : Kekasaran permukaan, kedalaman pemakanan, Endmill Cutter HSS, CNC

Abstract

As the manufacturing industry advances, surface roughness is very important in determining product quality. Especially in machining such as milling machines. because the product determines the value of friction, wear, lubrication and others. The machining process will produce roughness which is a reference for the evaluation of machining products. The purpose of this study was to determine the effect of rotational speed and endmill cutter attachment type HSS on the level of roughness of aluminum. Using the literature study method by collecting related literature then the data obtained was analyzed to answer the problem. This scientific article aims to find out whether it is true that a surface roughness is influenced by several factors such as feeding speed, type of tool material, rotational speed and others. The results of a review of several related articles state that there is an influence of rotational speed, type of material and also the type of tool material. The results of several articles state that the use of speeds of 700 Rpm to 1100 Rpm produces the best level of surface roughness, namely at a speed of 1100 Rpm with $1.24 \mu\text{m}$, because it is influenced by relatively soft aluminum material and HSS chisel which has a high level of hardness. A good engine rotation speed will produce a good level of roughness, not too low and not too high because all factors are interrelated.

Key words : Surface roughness, feed depth, Endmill Cutter HSS, CNC

PENDAHULUAN

Saat ini industri manufaktur semakin maju dan berkembang, terutama dalam hal pengerjaan logam. Hal ini sangat diperlukan pada proses pengerjaan logam dengan alat yang memiliki tingkat kepresisian dan keakuratan yang tinggi. dilihat dari beberapa industri maju banyak yang sudah menggunakan mesin berteknologi canggih berbasis computer atau CNC yang bisa diperintah dengan menggunakan kode dan dapat berjalan otomatis. Ada banyak mesin yang digunakan di industri, contohnya seperti mesin bubut dan milling.

Mesin milling yang menggunakan sistem komputer akan lebih efisien menghasilkan produk dibanding mesin yang tidak menggunakan sistem komputer. Mesin yang masih menggunakan sistem konvensional atau manual memiliki tingkat kepresisian dan keakuratan yang kurang karena tergantung keahlian operator. Permintaan produk dari konsumen dengan kualitas yang baik dan juga persaingan produk yang semakin tinggi. industri diminta memproduksi produk secara masal dengan waktu singkat dan juga biaya yang efisien. Maka dari itu mesin CNC sangat diperlukan untuk menunjang produktifitas sebuah industri.

Mesin dengan teknologi CNC lebih menguntungkan dibanding mesin manual karena produktifitas mesin lebih besar, efisiensi waktu dan tentunya minim resiko karena operator hanya memantau dari jauh/luar. Mesin CNC dibagi menjadi dua macam yaitu *Taining Unit* (TU) dan *Production Unit* (PU). Mesin ini juga dibagi menjadi dua yaitu mesin CNC Tu 2A dan mesin CNC TU 3A. mesin CNC TU 2A ini adalah mesin yang mempunyai 2 sumbu yaitu x dan y. sedangkan mesin CNC TU 3A adalah mesin yang mempunyai 3 sumbu yaitu x,y, dan z. dan untuk mesin CNC PU biasa digunakan di industri untuk pengerjaan yang sulit dan juga membutuhkan tingkat kepresisian yang tinggi.

Hasil pengerjaan mesin frais meliputi tingkat kekasaran yang mempengaruhi kualitas dan stabilitas dari bagian mesin itu sendiri. setting adalah faktor utama yang mempengaruhi tingkat kekasaran suatu benda kerja. Apabila *setting* benda kerja tersebut kurang tepat maka hasil pengerjaan mesin frais akan kurang baik. Seperti pada penelitian N. Satheesh Kumar, Ajay Shetty, Ashay Shetty, Ananth K, Harsha Shetty (2012) Hasil penelitian

menunjukkan bahwa kekasaran permukaan dipengaruhi secara langsung oleh kecepatan spindle dan laju umpan. Hal ini diamati bahwa kekasaran permukaan meningkat dengan peningkatan laju umpan dan lebih tinggi pada kecepatan rendah dan sebaliknya untuk semua *feed rate*.

Pada kesempatan ini peneliti ingin mengetahui pengaruh kecepatan putar dan penyayatan terhadap kekasaran permukaan dalam artikel yang berjudul "Pengaruh Kecepatan Putar Dan Penyayatan Endmill Cutter Type HSS Terhadap Tingkat Kekasaran Aluminium Pada Mesin CNC" dari review beberapa jurnal terkemuka dan juga sudah teruji. karena dari kebanyakan industri yang menggunakan mesin milling tidak mengatur kecepatan putar sehingga hasil kerataan dan kekasaran tidak tentu.

METODE

Metode yang digunakan dalam penyusunan artikel ini yaitu studi literature. Metode ini adalah jenis metode yang mengumpulkan sumber dari berbagai buku, majalah, arsip, artikel, jurnal dan dokumen yang relevan dengan permasalahan penelitian. Data atau informasi yang diperoleh tersebut dijadikan rujukan untuk merumuskan masalah yang dibahas.

Langkah-langkah menyusun artikel ilmiah sebagai berikut: 1). Penulis melakukan penentuan topik yang akan diselesaikan; 2). Mengumpulkan atau mencari data atau literatur melalui internet ataupun perpustakaan online; 3). menyeleksi data atau literatur yang terkait untuk menjawab argumentasi penulis; 4). Litertaur atau data yang telah diseleksi kemudian dikompilasi maupun analisis untuk menjawab permasalahan; 5). Kemudian menyusun simpulan berdasarkan hasil analisis dan mengkompilasi literatur.

PEMBAHASAN

Mesin CNC

Mesin CNC adalah sebuah mesin yang dikontrol menggunakan komputer dengan kode huruf, angka dan symbol sesuai standar ISO. Sistem kerja mesin ini jauh lebih baik karena diatur mekanik atau operator menggunakan komputer untuk menjalankannya. Sehingga apabila dibandingkan dengan mesin yang masih konvensional/manual maka mesin ini lebih presisi, teliti, fleksibel dan cocok untuk produksi

berkapasitas besar. Dengan dirancangnya mesin ini diharap bisamenunjang produksi di industri yang membutuhkan tingkat kerumitan dan hasil yang lebih baik karena pada mesin ini peran manusia/operator lebih dikurangi.

Dengan adanya mesin bersistem ini maka dapat meminimalisir campur tangan manusia sebagai operator selama mesin berjalan. Sehingga mempermudah dan mempercepat kinerja suatu menghasilkan sebuah produk.

Mesin CNC ini memiliki banyak kelebihan dibanding dengan mesin yang masih konvensional/manual. Kelebihan mesin ini antara lain yaitu :

- (1) Produktivitas yang relative tinggi
- (2) Tingkat presisi yang tinggi
- (3) Efisien daam waktu
- (4) Minim biaya
- (5) Produksi berkapasitas besar
- (6) Bisa dikolaborasikan dengan mesin lain, seperti CAD/CAM dengan perangkat tambahan sehingga mesin ini kan lebih efektif dan efisien dalam penggunaannya. Dan masih banyak lagi kelebihan dari mesin ini.

Mesin CNC *Training unit* biasa digunakan untuk simulasi ataupun percobaan pengoperasian dan pemrograman yang didukung dengan *External Progaming System* (EPS) dan juga dapat melakukan pekerjaan kecil/ringan. Sedangkan mesin CNC *Production unit* digunakan oleh industri untuk produksi produk berkapasitas besar dan juga untuk produk yang memiliki tingkat kerumitan dan ketelitian yang tinggi. sehingga mesin ini dibekali dengan perlengkapan mahal untuk menunjang itu semua. Seperti pintu otomatis, chuck sistem otomatis, *collant* otomatis, pembuangan gram dan masih banyak lagi.

Endmill Cutter

Endmill cutter merupakan salah satu jenis pisau potong mesin milling yang banyak digunakan. Ukuran dan jenisnya sangat bervariasi. Pisau potong jenis ini biasa terbuat dari material baja berkecepatan tinggi(HSS), da nada juga yang terbuat dari karbida. Pisau ini memiliki 2 atau lenih alur (*Flute*) yang biasa digunakan untuk meratakan bagian permukaan ataupun juga bisa untuk membuat alur pada bidang datar. Pisau ini umumnya dipasang pada posisi tegak

(*vertical*), tapi pada kondisi tertentu bisa juga dipasang pada posisi melintang (*horizontal*) tergantung dari pengerjaan benda kerja itu sendiri. *Endmill cutter* berpengaruh besar pada tingkat kekasaran permukaan. jumlah flute dan material endmill tersebut sangat diperhitungkan untuk mendapat tingkat kekaaran yang baik.

- Berdasarkan penelitian kurniawan suharyadi (2014;297) terdapat pengaruh jumlah mata sayat endmill, kedalaman pemakanan, dank ode program yaitu pada kode program G03, kedalaman pemakanan 0,3mm dengan *endmill 4 flute* menghasilkan tingkat kekasaran 0,27 μm , kode program G02, kedalaman pemakanan 0,3mm dengan *endmill 4 flute* menghasilkan tingkat kekasaran 0,30 μm . Kode program G03, kedalaman pemakanan 0,5mm dengan *endmill 4 flute* menghasilkan tingkat kekasaran 0,32 μm . Jadi penggunaan kode program G02 dan tingkat kedalaman pemakanan yang besar serta menggunakan endmill dengan jumlah *flute* yang sedikit maka akan menghasilkan tingkat kerataan yang tinggi pada benda kerja.
- Dari penelitian Ramadhana Adinnandha (2015:23) Hasil penelitian ini membuktikan jenis pahat berpengaruh pada tingkat kekasaran permukaan alumunium dan baja ST37. Jenis pahat dengan material yang keras menghasilkan nilai kekasaran yang rendah pada lumunium. Jenis pahat ini adalah pahat japan pada laumunium dengn nilai kekasaran 0.557 μm , dan pada baja ST37 bernilai 0.653 μm . kedalaman pemakanan juga berpengaruh pada benda kerja alumunium dan baja ST37. Kedalaman yang memiliki nilai kekasaran rendah adalah 0.2mm dengan nilai kekasaran alumunium 0.557 μm dan pada baja ST37 benilai 0.65 μm .

Penggunaan endmill dengan mata sayat 4 flute menghasilkan tingkat kekasaran yang lebih baik karena semakin banyak *flute* maka dapat meminimalisir tingkat gesekan antara endmill dengan benda kerja.



Gambar 1. macam-macam *endmill* cutter jari

Endmill cutter jari adalah pisau milling dengan sisi dan gagang yang menyatu. Adapun jenis *endmill* dengan mata sayat dan gagang yang terpisah yaitu *endmill* tipe shell. Pisau frais *endmill* ini digunakan untuk pengerjaan pengefraisan *vertical*, *horizontal*, permukaan, sudut, dan melingkar. Juga bisa untuk membuat alur bidang datar, pengefraisan bentuk, bertingkat dan masih banyak lagi. Umumnya pisau jenis ini digunakan untuk mesin frais *vertical* adapun juga digunakan pada mesin frais *horizontal*.

Berdasarkan beberapa penelitian diatas dapat disimpulkan bahwa penggunaan *endmill* dengan mata sayat 4 *flute* menghasilkan tingkat kekasaran yang lebih rendah karena semakin banyak *flute* maka dapat meminimalisir tingkat gesekan antara *endmill* dengan material benda kerja.

Kekasaran Permukaan

Suatu ukuran geometris yang ideal dari sebuah komponen adalah permukaan yang halus. Dalam kenyataannya tidak mungkin mendapatkan hasil permukaan yang benar benar halus. Ini disebabkan oleh beberapa faktor seperti manusia sebagai operator dan faktor lain dari mesin yang digunakan untuk membuatnya. tetapi seiring kemajuan teknologi para enginer terus berusaha menciptakan inovasi inovasi mesin dan perkakas pendukung yang mampu membentuk permukaan produk dengan tingkat kehalusan yang cukup tinggi menurut standar ukuran yang belaku dan dikemukakan oleh para ahli pengukuran geometri.

Tingkat kehalusan suatu permukaan benda memang sangat penting dalam perancangan suatu produk mesin khususnya yang menyangkut masalah gesekan, pelumasan, keausan daan tahanan terhadap

kelelahan dan sebagainya.oleh sebab itu dalam perancangan dan pembuatannya harus dipertimbangkan terlebih dahulu biaya dan resiko yang harus ditanggung. agar proses pembuatannya lebih termonitor dan tidak terjadi penyimpanganyang berarti. Maka karakteristik permukaan yang akan dibuat ini harus dipahami betul oleh operator

Kekasaran permukaan dapat dipengaruhi dari beberapa faktor diantaranya penggunaan cutting fluid, variasi kecepatan putar, jumlah flute *endmill* dan juga jenis material pahat yang digunakan. Untuk memperoleh tingkat kekasaran permukaan yang baik maka harus memperhatikan beberapa faktor tersebut.

- Hari Yanuar, Akhmad Syarief, Ach. Kusairi (2014:7) dalam penelitiannya mengemukakan, tingkat kehalusan permukaan benda kerja yang telah dilakukan pengefraisan untuk semua bahan yang digunakan pada pengujian menggunakan *cutter carbide* termasuk kedalam kategori nilai kekasaran standart yaitu N6 sampai dengan N9 yang memiliki nilai 0,8 μm sampai dengan 6,3 μm . Nilai kekasaran permukaan yang paling rendah diperoleh pada penelitian ini yaitu 0,67 μm dan yang tertinggi 4,83 μm .
- Chih-Wei Chang, Chun-Pao Kuo (2007) Hasil penelitian menunjukkan bahwa kecepatan putar dengan persentase kontribusi sebesar 42,68% berpengaruh paling dominan terhadap LAM. kinerja sistem, diikuti oleh umpan, kedalaman potong, dan frekuensi denyut. Keuntungan terpenting LAM adalah kemampuannya untuk memproduksi kualitas permukaan benda kerja yang jauh lebih baik daripada pemesinan konvensional, bersama dengan tingkat pemindahan material (MRR) yang lebih besar dan keausan alat sedang.

Tingkat kerataan dan kekasaran permukaan mempunyai peran penting dalam perencanaan komponen pemesinan. Khususnya mengenai masalah gesekan, Pelumasaan dan keausan. Hal ini dimaksudkan agar komponen mesin yang dipakai bisa digunakan dalam jangka waktu singkat maupun panjang.

Kecepatan Pemakanan (*Feeding*)

Pengaturan putaran pada suatu mesin sangatlah dibutuhkan. Putaran mesin yang terlalu tinggi melebihi batas perhitungan akan mengakibatkan gesekan antara benda kerja dan pahat potongnya

sehingga menyebabkan alat potong cepat panas dan mengalami keausan. Sehingga terjadi perubahan struktur pada pahat potong dan mengakibatkan pahat potong cepat tumpul. Mengetahui kecepatan potong dari alat potong dan juga bahan yang kita gunakan. Kita harus mengetahui berbagai faktor yang mempengaruhi dalam menentukan kecepatan potong.

Kecepatan putaran mesin adalah kemampuan suatu mesin dalam melakukan pemotongan atau penyayat dalam satu menit. Dalam hal ini mengingat nilai kecepatan potong untuk setiap jenis bahan sudah ditetapkan secara baku. Maka komponen yang bisa diatur dalam proses penyayatan adalah putaran mesin/benda kerja. Dengan begitu rumus untuk menghitung putaran adalah:

$$V_c = \frac{\pi D n}{1000} \quad (1)$$

Dimana V_c = kecepatan potong (mm/menit)
 D = diameter pisau (m)
 n = putaran mesin
 π = 3.14

Dari rumus tersebut dapat diketahui kecepatan putaran yang digunakan adalah:

$$n = \frac{V_c \cdot 1000}{\pi D} \text{ Rpm} \quad (2)$$

sebelum menentukan proses pengerjaan mesin, maka kita harus mengetahui jenis bahan yang akan dikerjakan dan jenis pahat yang akan digunakan setelah mengetahui jenis bahan dan pahat langkah selanjutnya yaitu mencari kecepatan potong. Kecepatan potong dari beberapa penelitian untuk beberapa jenis bahan telah distandarkan dalam 6 tabel. Beberapa jenis bahan terbagi dalam beberapa golongan logam dan non logam yang menggunakan jenis pahat tertentu.

Tabel 1. Kecepatan Potong (V_c) Pahat HSS dan Karbida

NO	Benda kerja	Pahat HSS	Pahat karbida V_c (m/mm)
1	Baja karbon	15-30	50-125
2	Besi tuang (cor)	10-15	40-60
3	Logam ringan	200-400	400-600

Sumber : muin 1989:256

- Menurut Tri hidayat, Dicky sepriyanto, Tri widagdo, Moch. Yunus (2016;13). Analisa yang telah dilakukan tingkat kekasaran (RA) paling rendah diperoleh pada putaran mesin 1500 Rpm, dengan pemakanan 300mm/m3nit dengan nilai 1,062 μ m. Nilai paling besar diperoleh pada putaran mesin 800 Rpm, pemakanan 400mm/menit dengan nilai 3,686 μ m. Dan menggunakan perangkat sistem CAM bisa mempengaruhi proses pengerjaan benda kerja sederhana maupun rumit.
- Sobron Y. Lubis, Rosehan, dan Rico W (2019:29) dalam penelitiannya menyampaikan Peningkatan penggunaan kecepatan pemotongan berpengaruh terhadap penurunan nilai kekasaran permukaan benda kerja.
- Sedangkan dari penelitian menurut . Yopi Rahmad Firmansyah (2014:38) dalam penelitiannya mengemukakan bahwa variasi kecepatan pemakanan memiliki pengaruh terhadap hasil kekasaran permukaan. Di buktikan pada kecepatan 70mm/menit, 80mm/menit dan 90mm/menit menggunakan endmill 4 flute dan dengan kedalaman 0,4 mm nilai rata rata kekasaran berturut adalah 0.75 μ m, 0.87 μ m, dan 0.93 μ m. jadi semakin rendah tingkat kekasaran permukaan dipengaruhi oleh kecepatan potong yang rendah.

Jadi, semakin rendah tingkat kekasaran permukaan pada suatu benda dipengaruhi oleh kecepatan pemakanan yang semakin rendah juga. Kecepatan putar dan pemakanan berpengaruh besar pada tingkat kekasaran permukaan, semua itu didukung dari beberapa faktor seperti jumlah mata sayat endmill cutter, jenis pahat, jenis material dll untuk menunjang hasil kekasaran permukaan yang baik.

Kedalaman Pemakanan

Tebal benda kerja yang akan dikikis atau jarak permukaan awal terhadap permukaan yang belum tersayat adalah kedalaman pemakanan (*depth off cut*). Ini ditentukan berdasarkan selisih benda kerja awal terhadap benda kerja akhir atau *finishing*. Besarnya kedalaman pemakanan berhubungan dengan kecepatan pemakanan dan diameter cutter yang dipakai. semakin kecil diameter pisau yang digunakan dan

juga kedalaman pemotongan maka semakin tinggi juga kecepatan pemakanan yang dapat dilakukan.

- Syamsir (1989:7) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa kualitas permukaan potong tergantung pada proses pemotongan, apabila kecepatan potong rendah dan kedalaman pemotongan yang besar akan menghasilkan permukaan yang kasar. dan sebaliknya apabila kecepatan potong yang tinggi dengan feeding dan kedalaman pemakanan yang rendah akan menghasilkan permukaan yang halus. Proses mengurangi ukuran benda kerja dengan cepat tanpa memperhatikan kualitas hasil pengefraisan hingga mendekati ukuran yang diinginkan disebut *roughing*. Tapi pada saat pengerjaan proses *finishing* harus menggunakan tingkat ketebalan yang relative kecil. Ini bertujuan untuk menghasilkan kualitas tingkat kekasaran permukaan yang diinginkan.
- Xianjun Kong, Lijun Yang, Hongzhi Zhang, Guanxin Chi dan Yang Wang (2016) mengemukakan Hasil eksperimen ortogonal mengungkapkan bahwa paling banyak Parameter balik yang signifikan untuk kekasaran permukaan adalah pakan kecepatan, diikuti dengan kecepatan rotasi, suhu pemotongan, dan kedalaman potongan. LAM memberikan pemindahan material yang lebih besar tingkat di bawah kekasaran permukaan yang sama dibandingkan dengan konvensional permesinan. Mekanisme keausan pahat untuk dilapisi dievaluasi, dan LAM memberikan peningkatan maksimum 2,31 kali dalam disemen alat karbida di atas pemesisan konvensional.

Jadi semakin besar kedalaman pemakanan suatu benda diikuti oleh kecepatan spindle dan juga jenis material pahat yang bagus akan menghasilkan nilai kekasaran permukaan yang baik.

Pengaruh Kecepatan Putar Dan Penyayatan End Mill Cutter Type HSS Terhadap Tingkat Kekasaran Alumunium Pada Mesin CNC

Kecepatan putar yang optimal bisa diperoleh dengan mempertimbangkan beberapa faktor antara lain jumlah mata sayat *endmill cutter*, kecepatan potong, kedalaman pemakanan, jenis pahat, material dll. Apabila jumlah mata sayat endmill yang digunakan lebih banyak maka hasil kekasaran yang diperoleh

akan relatif rendah karena kerja tiap *flute* pada endmill ringan. Jadi semakin banyak *flute* pada endmill akan semakin ringan kerja endmill dalam menyayat material benda kerja. Kecepatan potong yang baik juga mempengaruhi tingkat kekasaran yang baik. Tingkat kekasaran dipengaruhi oleh jenis pahat, jenis material yang dipakai, dan kecepatan putar. Biasanya didapat dari table ataupun dari penelitian yang terdahulu tentang kecepatan potong.

Dari beberapa penelitian relevan diatas dapat disimpulkan tentang pengaruh kecepatan putar dan penyayatan endmill cutter tipe HSS terhadap kekasaran alumunium hasil yang diperoleh rata-rata dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti jumlah flute endmill, kecepatan putar, kecepatan potong, kedalaman pemakanan dll. Jumlah flute endmill yang semakin banyak akan sangat mendukung untuk menghasilkan nilai kekasaran yang baik, jenis material endmill apabila menggunakan tipe HSS dengan benda kerja alumunium juga sangat mendukung dilihat dari alumunium sendiri yang bertekstur lunak sehingga pahat tidak mudah aus. Tentu saja diimbangi dengan pengaturan kecepatan putar spindle dan kedalaman pemakanan.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan dari kajian literatur dan beberapa jurnal penelitian yang relevan dapat disimpulkan bahwasannya untuk memperoleh suatu tingkat kekasaran permukaan yang baik kita harus memperhatikan kecepatan putaran mesin, tidak terlalu tinggi dan juga tidak terlalu rendah. Juga harus memperhatikan bahan dan juga mata cutter yang dipakai. Untuk bahan alumunium menggunakan mata cutter tipe HSS kecepatan putaran yang disarankan berkisar antara 1100 rpm sampai 1200 rpm agar mendapatkan nilai kekasaran yang baik.

Saran

Adapun kelebihan dan kekurangan tersendiri dari beberapa proses permesinan tersebut jika ingin menghasilkan tingkat kekasaran permukaan yang baik untuk semua material maka, harus menggunakan mesin yang benar-benar teruji kelayakannya, alat potong dengan kualitas yang baik, dan juga material yang bagus. Juga kepiawaian operator dalam memprogram suatu mesin tersebut

DAFTAR PUSTAKA

- Ali Abdullah, Mohammed Ahmed. 2014. *Optimization of cutting parameters for surface roughness in CNC turning machining with aluminum alloy 6061 material*. Universiti Malaysia Perlis (UniMAP)2014. Publisher: School of Manufacturing.Engineering
- Asep Wahyu Hermawan. 2014. *Pengaruh Kecepatan Putaran Spindle Dan Kedalaman Pemakanan Terhadap Tingkat Kerataan Dan Kekasaran Permukaan Alumunium 6061 Pada Mesin Frais Cnc Headman*. JTM. Volume 03 Nomor 01 Tahun 2014, 147-154
- Bambang Setyono, Gatot Setyono, Sigit Pratama. *Pengaruh Kecepatan Potong Dan Kedalaman Potong Terhadap Kekasaran Permukaan Baja ST60, Aluminium, Dan Polyethylene Pada Mesin CNC Turning Fancu Oi Mate TC VT15L Type PU 2A*. Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan VIII 2020 ISSN (print) : 2686-0023 Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya ISSN (online) : 2685-6875
- Chi Fai Cheung, Wing Bun Lee. 2000. *A multi-spectrum analysis of surface roughness formation in ultra-precision machining*. Department of Manufacturing Engineering, The Hong Kong Polytechnic University, Hung Hom, Kowloon, Hong Kong, People's Republic of China. Precision Engineering 24 (2000) 77–87. Publisher : ELSEVIER
- Chih-Wei Chang, Chun-Pao Kuo.2007. *Evaluation of surface roughness in laser-assisted machining of aluminum oxide ceramics with Taguchi method*. Department of Mechanical Engineering, National Chung Cheng University, Chia-Yi 621, Taiwan, ROC. International Journal of Machine Tools & Manufacture 47 (2007) 141–147. Publisher : ELSEVIER
- D.L.Zariatun, T.J.Ko. 2007. *The effect of spindle speed, feed rate and machining time to the surface roughness and burr formation of Aluminum Alloy 1100 in micro milling operation* Volume 16, Issue 4, October 2014, Pages 435-450. Publisher : ELSEVIER
- Hari Yanuar, Akhmad Syarief, Ach. Kusairi. 2014. *Pengaruh Variasi Kecepatan Potong Dan Kedalaman Pemakanan Terhadap Kekasaran Permukaan Dengan Media Pendingin Pada Proses Frais Konvensional*. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Unlam Vol. 03 No.1 Pp 27-33, 2014 Issn 2338-2236
- Irawan.2016.*Pengaruh teknik Penyayatan Pahat Milling Pada Cnc Milling 3 Axis Terhadap Tingkat Kekasaran Permukaan Benda Berkontur* . JTM Vol. 05, No. 2, Juni 2016. ISSN 2089 – 7235
- Kurniawan Suharyadi. 2014. *Pengaruh Jumlah Mata Sayat End Mill Cutter Menggunakan Kode Program G 02 Dan G 03 Terhadap Kerataan Alumunium 6061 Pada Mesin CNC TU-3A*. JTM. Volume 03 Nomor 02 Tahun 2014, 293-298
- Laily Fitriyah. 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*. JTM. Volume 02 Nomor 02 Tahun 2014, 208-216
- Mohammed T. Hayajneh, Montasser S. Tahat , Joachim Bluhm. 2007. *A Study of the Effects of Machining Parameters on the Surface Roughness in the End-Milling Process*. Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering. Volume 1, Number 1, Sep. 2007 ISSN 1995-6665 Pages 1 – 5
- N. Satheesh Kumar, Ajay Shetty, Ashay Shetty, Ananth K, Harsha Shetty. 2012. *Effect of spindle speed and feed rate on surface roughness of Carbon Steels in CNC turning*. International Conference on Modeling, Optimization and Computing (ICMOC 2012). Procedia Engineering 38 (2012) 691 – 697. Publisher : ELSEVIER
- Ramadhana Adinnandha. 2015. *Analisa Jenis Pahat Dan Kedalaman Pemakanan Terhadap Tingkat Kekasaran Permukaan Pada Benda Kerja Alumunium Dan Baja St. 37 Dengan Perlakuan Mesin Frais Vertikal*. JTM. Volume 01 Nomor 01 2015, 23-29
- Sendie Yulianto Margen*, Slamet Riyadi. 2020. *Analisa Pengaruh Variasi Putaran Mesin Cnc Milling Mcv- 1100 Terhadap Sifat Mekanik Logam Aluminium AA 5052 - H112*. e-ISSN 2406-9329
- Sobron Y.lubis, Rosehan, RicoW. 2019. *Pengaruh Cutting Speed Terhadap Kekasaran Permukaan Bahan Alluminium Alloy 6061 Pada Proses Pembubutan*. Jurnal SEMNASTEK UISU 2019. ISBN: 978-623-7297-02-4
- Tri Hidayat, Tri Widagdo, Dicky Seprianto, Moch. Yunus. 2016. *Analisis Kekasaran Permukaan Terhadap Spindle Speed Dan Feeding Pada Proses Surface Milling Menggunakan Mesin Cnc Dengan Teknologi CAM*. Jurnal Austenit Volume 8, Nomor 1, April 2016

Vedat Savas , Cetin Ozay. 2007. *Analysis of the surface roughness of tangential turn-milling for machining with end milling cutter. University of Firat, Faculty of Technical Education, Department of Machine Education, 23119 Elazığ, Turkey. Journal of Materials Processing Technology* 186 (2007) 279–283. Publisher : ELSEVIER

Widhaya Bastian Purnama, Indri Yaningsih, Heru Sukanto.2017. *Pengaruh Penggunaan Cutting Fluid dan Pemilihan Feed Rate Terhadap Kekasaran Permukaan dan Kepresisian Material Aluminium Menggunakan Mesin Milling Cnc.*Jurnal TEKNIKA ISSN : 1693-024X vol. 12,No.3.Gal.89-94

Xianjun Kong & Lijun Yang & Hongzhi Zhang & Guanxin Chi & Yang Wang. 2016. *Optimization of surface roughness in laser-assisted machining of metal matrix composites using Taguchi method.* Int J Adv Manuf Technol DOI 10.1007/s00170-016-9115-1 # Springer-Verlag London 2016

Yanuar Meghantoro Siswo Putro.2015. *Perbandingan Hasil Pengerjaan Mesin Frais Vertikal Metode Naik Dan Turun Serta Variasi Kecepatan Spindel Terhadap Kekasaran Dan Kerataan Permukaan Pada Bahan Aluminium, Kuningan, Dan Baja. JTM. Volume 03 Nomor 03 Tahun 2015, 79-84*

Yopi Rahmad Firmansyah. 2014. *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. JTM. Volume 03 Nomor 02 Tahun 2014, 38-43*

