

PENGARUH KECEPATAN PEMAKANAN DAN KADAR AIR TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN PADA PROSES MILLING CNC 3 AXIS DENGAN MATERIAL KAYU JATI

Arif Budi Hermawan, Danar Susilo Wijayanto, dan Herman Saputro

Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Jurusan Pendidikan Teknik Kejuruan, FKIP, UNS
Kampus UNS Pabelan JL. Ahmad Yani 200, Surakarta, Tlp/Fax (0271) 718419
e-mail: arifhermawan3@gmail.com

ABSTRACT

There are many factors influencing the quality of products that are produced from wood machinery. Those influencing factors are the feedrate and moisture content. The results of this research was: (1) Reduction of feedrate of 3 axis CNC milling process with teak wood material, would be resulted the smallest surface roughness. (2) Reduction of moisture content of 3 axis CNC milling process with teak wood material, would be resulted the smallest surface roughness. (3) The surface roughness of 3 axis CNC milling processes with feedrate variation 0.2, 0.4 and 0.6 mm / rev and the moisture content 0%, 17% and 67% would be produce a level surface roughness between N7 to N11. The smallest surface roughness occurs in interaction feedrate 0.2 mm / rev with a moisture content 0% at 5.54 μm , whereas the rate of degradation surface roughness occurs interaction feedrate 0.6 mm / rev with moisture content 67% at 16.10 μm . The surface appearance of 3 axis CNC milling processes a fuzzy grain, loosened grains, chipped grains and chip mark.

Keywords: *feedrate, moisture content, CNC milling, surface roughness.*

PENDAHULUAN

Kayu merupakan salah satu jenis komoditi hasil hutan yang banyak dimanfaatkan oleh manusia untuk berbagai keperluan, mulai dari yang sederhana (korek api, peti sabun) sampai kepada bahan *lux/mewah* (*furniture*, bahan *interior* kapal dan bangunan, ukiran, dll) serta bahan bangunan (Damanik, 2005: 1).

Jati (*Tectona grandis* Linn F.) sampai sekarang masih menjadi komoditas mewah yang banyak diminati masyarakat walaupun harga jualnya mahal (Siregar, 2005: 1). Banyak sekali orang yang menyukai kayu jati karena kekuatannya, selain sudah dipandang masyarakat sebagai *fancy wood* (kayu indah) dan mewah (Handrian, 2007: 1).

Menurut pernyataan Darmawan (1997), pengerjaan kayu (*wood working*) bertujuan untuk mengkonversi kayu *solid* maupun panel kayu menjadi produk berdaya guna, bernilai, dan berestetika tinggi lewat serangkaian proses. Bidang teknik mesin

tepatnya pada pengecoran logam juga membutuhkan kayu untuk digunakan sebagai model pengecoran. Model pengecoran disesuaikan dengan bentuk asli benda hasil coran sehingga dalam pembuatan model perlu memperhatikan toleransi ukuran dan kekasaran permukaan. Toleransi ukuran dibutuhkan karena sifat dari logam yang akan menyusut ketika mengeras. Model pengecoran tidak hanya terbatas pada bentuk yang sederhana tetapi juga bentuk seperti dalam ukiran. Kekasaran permukaan turut mempengaruhi hasil pengecoran logam.

Seiring dengan meningkatnya nilai ekonomi kayu, perhatian para pengguna kayu sangat kurang, terutama pada tingkat kekeringan kayu. Berkaitan dengan kadar air kayu banyak timbul permasalahan kayu. Tingkat kekeringan kayu di Indonesia masih jarang dan cenderung diabaikan, dari kayu bulat hasil penebangan langsung dikerjakan menjadi produk setengah jadi maupun produk akhir. Perilaku tersebut menimbulkan cacat-cacat kayu pada produk akhir dan

mempengaruhi kualitas kayu. Pengolahan kayu untuk menjadi barang yang berguna dipengaruhi oleh kadar air. Terdapatnya cacat pada model pengecoran akan mempengaruhi hasil pengecoran sehingga toleransi yang diharapkan tidak tercapai. Kadar air yang terdapat di dalam kayu (model pengecoran logam) akan turut mempengaruhi kadar air cetakan pasir, akibatnya terdapat cacat pada hasil pengecoran.

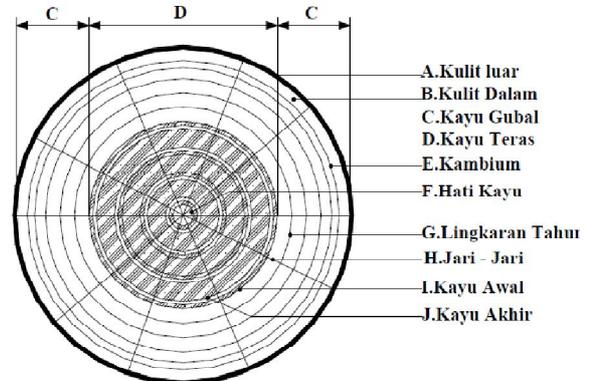
Proses manufaktur terus berinovasi agar mesin perkakas mempunyai performansi tinggi sehingga dalam proses pemotongan dapat mencapai spesifikasi geometri yang diharapkan seperti dimensi, kekasaran permukaan (*surface roughness*), kepresisian tinggi, keseragaman dan lain sebagainya. Proses pembuatan kerajinan ukir dan *furniture* mengalami perkembangan yang pesat yakni penggunaan mesin *CNC milling*. Penggunaan *CNC milling* pada pembuatan model pengecoran diharapkan dapat menghasilkan bentuk yang seragam, ukuran presisi, dan kekasaran permukaan yang rendah. Mesin *CNC* yang digunakan untuk pengerjaan kayu berupa ukiran adalah *CNC router*.

Penentuan kecepatan pemakanan yang kurang tepat akan meningkatkan cacat pemesinan kayu (kekasaran permukaan). Diduga kadar air di dalam kayu mempengaruhi hasil pengolahan kayu.

LANDASAN TEORI

CNC singkatan dari *Computer Numerical Control* adalah perangkat yang mampu menjadikan suatu mesin perkakas maupun mesin produksi lainnya dapat beroperasi secara otomatis dengan komputer sebagai pengendali. *Numerical Control* (*NC*) karena program yang digunakan adalah kode *alphanumeric* (terdiri alfabet/huruf dan numerik) yang digunakan untuk instruksi *tool* dan posisi *tool* sesuai dengan benda kerjanya. Pada mesin *CNC* untuk pengerjaan suatu produk cukup dengan memasukkan program gerakan *tool* selanjutnya mesin *CNC* akan beroperasi secara otomatis.

Kayu merupakan hasil hutan dari sumber kekayaan alam, merupakan bahan mentah yang mudah diproses untuk dijadikan barang sesuai kemajuan teknologi (Dumanauw, 1990:1).



Gambar 1. Bagian-bagian Kayu

Moisture content kayu atau kelembaban yang dikandung kayu adalah jumlah berat kadar air yang terdapat pada pori-pori kayu dibandingkan dengan berat kayu dalam kondisi kering 100%.

$$\text{Kadar air (m)} = \frac{w_g - w_d}{w_d} \times 100\%$$

Tahap evaporasi kayu menurut Martono. dkk (2008: 52) adalah kayu basah dengan kadar air mencapai 200%. Kayu setelah penebangan dengan kadar air mencapai 35% s/d 70%. Kayu pada titik jenuh serat dengan kadar air mencapai 25% s/d 30%. Kayu kering udara/ titik keseimbangan kayu dengan kadar air mencapai 12% s/d 20%. Kayu kering tanur dengan kadar air mencapai 0%.

Kayu jati (*Tectona grandis* L.f.) telah dikenal sebagai bahan baku mebel dan konstruksi dengan kualitas tinggi.



Gambar 2. Pohon Jati (Ipasar, 2010:2)

Iensufiie (2008: 28) mengungkapkan bahwa prinsip pengeringan kayu adalah merangsang kelembaban dari dalam kayu agar bisa keluar melalui pori-pori kayu, dengan cara meniupkan udara panas dan kering ke permukaan kayu seluas mungkin.

Pahat *flat* merupakan *Cutter* yang digunakan untuk proses *finishing* dengan *depth of cut* lebih sedikit dibandingkan proses *roughing*, biasanya menghasilkan permukaan yang lebih halus.



Gambar 3. Pahat *Flat* (Zulhendri. dkk, 2007: 17)

Pahat toroidal mempunyai permukaan yang datar dan pada bagian sisi tepinya terdapat radius. Pahat ini dapat digunakan untuk proses *roughing* dan dapat digunakan untuk proses semi *finishing*.



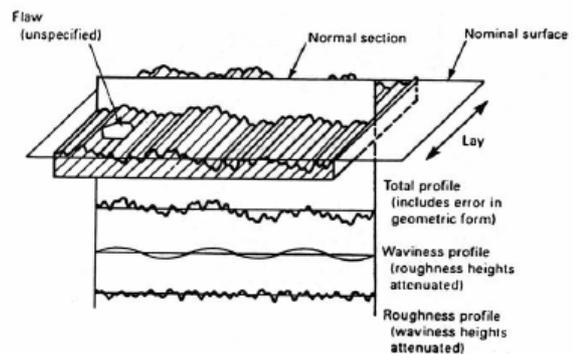
Gambar 4. Pahat *Toroid* (Zulhendri. dkk, 2007: 17)

Pahat *ball nose* memiliki bentuk permukaan berupa radius mulai dari ujung hingga sisi tepinya. Pahat ini digunakan untuk proses *finishing* pada permukaan benda 3D, hal ini dilakukan untuk memperoleh hasil yang halus dan rata pada permukaan cekung dan cembung.



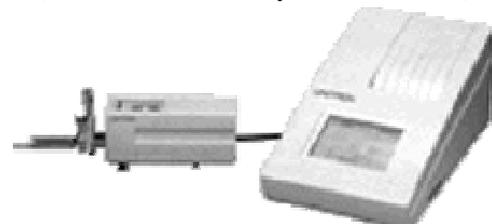
Gambar 5. Pahat *Ball Nose* (Zulhendri. dkk, 2007: 17)

Kekasaran (*roughness*) merupakan ketidakteraturan konfigurasi suatu permukaan ditinjau dari profilnya.



Gambar 6. Tekstur Permukaan Benda Kerja

(Nur, Safril & Wahyudi, 2008: 84)



Gambar 7. *SURFCORDER SE-1700*

Darmawan dalam Tito Sucipto, (2009:5) jenis cacat dalam proses pemesinan adalah:

- a) Serat terangkat (*raised grain*)
Kekasaran permukaan papan disebabkan oleh terangkatnya kayu akhir sehingga lebih tinggi daripada kayu awal. Umumnya terjadi pada kayu dari daerah beriklim sedang dengan perbedaan kayu awal dan akhir yang jelas. Penyebabnya adalah kayu akhir lebih keras daripada kayu awal, serta mata pisau tumpul.
- b) Serat terlepas (*loosened grain*)
Terpisahnya kayu akhir dari kayu awal tapi masih ada bagian yang bersatu. Hal ini disebabkan pada bagian *raised grain* kayu akhir menyusut lebih besar daripada kayu awal.
- c) Serat tersepih (*chipped grain*)
Tersepihnya/tercabiknya sekelompok serabut kayu karena proses penyerutan, sehingga serat kayu terlepas dan terbentuk lekukan pada permukaan kayu. Hal ini disebabkan oleh mata pisau tumpul, sudut potong pisau terlalu besar serta serat kayu miring.
- d) Serat berbulu (*fuzzy grain*)
Kekasaran permukaan kayu karena adanya sekelompok serabut yang berdiri

(tidak terpotong sempurna). Hal ini disebabkan oleh adanya kayu reaksi, kekuatan geser rendah serta sudut potong kayu kecil.

e) Tanda serpih (*chip mark*)

Lekukan dangkal pada permukaan kayu yang disebabkan oleh adanya kayu yang menempel pada ujung pisau. Bisa disebabkan juga karena kadar resin kayu tinggi.

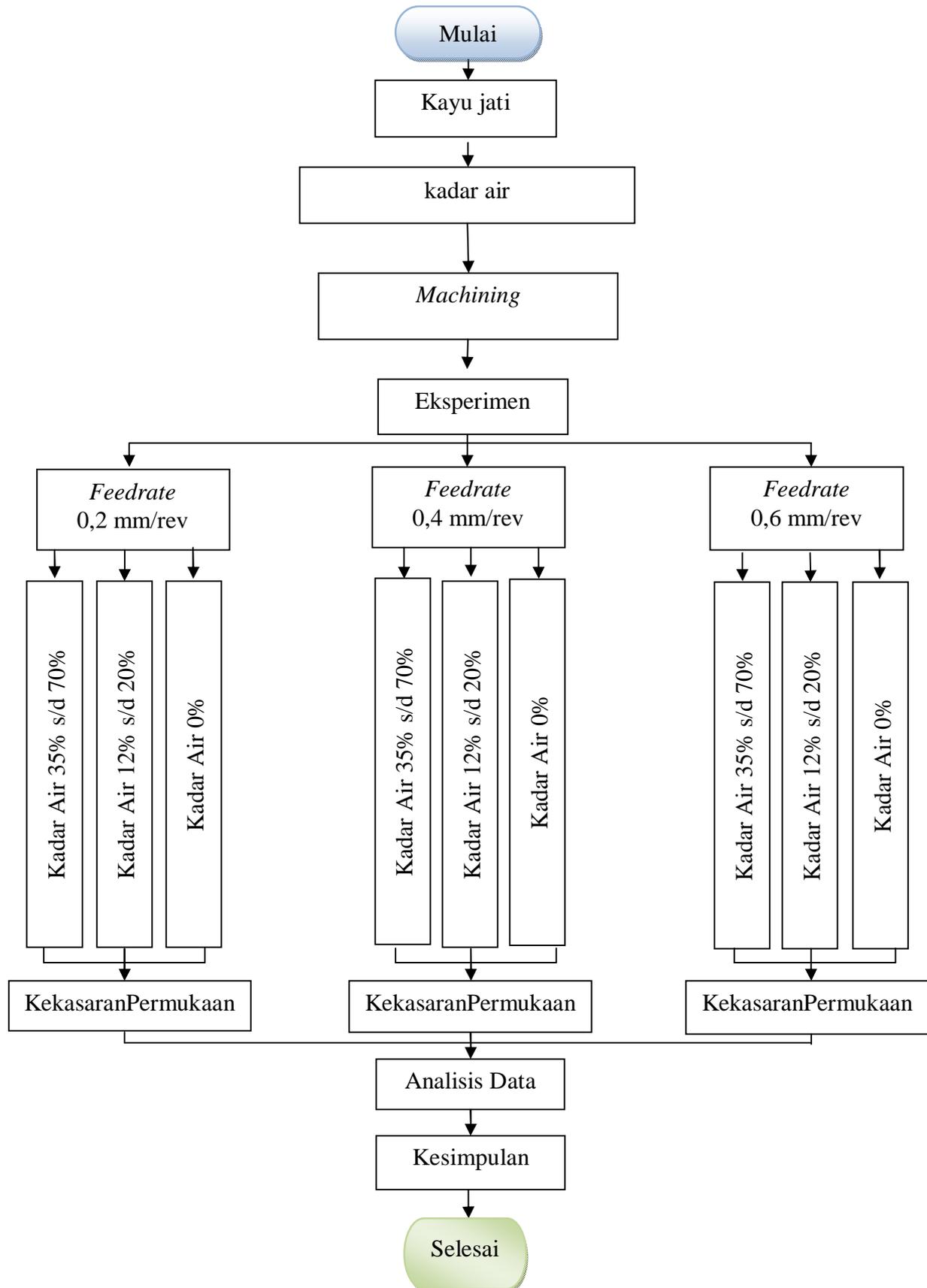
METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kayu jati dengan umur \pm 10 tahun, bagian kayu yang digunakan dalam penelitian bebas dari cacat kayu (mata kayu).

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Gergaji kayu digunakan untuk memotong kayu.
2. Rol meter digunakan untuk mengukur panjang benda kerja

3. Mesin gergaji sabuk digunakan untuk membelah kayu.
4. *Dial caliper* digunakan untuk mengukur panjang benda kerja.
5. Pensil digunakan untuk memberi tanda.
6. Timbangan *digital* digunakan untuk menimbang berat kayu.
7. Oven digunakan untuk mengeringkan kayu.
8. Komputer digunakan untuk membuat program.
9. Pahat digunakan untuk menyayat benda kerja.
10. Mesin CNC *milling* digunakan untuk proses pemesinan.
11. *Infrared Thermometer* digunakan untuk mengukur temperatur.
12. *SURFCORDER SE-1700* digunakan untuk mengukur kekasaran permukaan.
13. Kamera *digital* digunakan untuk foto makroskopis.



Gambar 8. Tahapan Penelitian

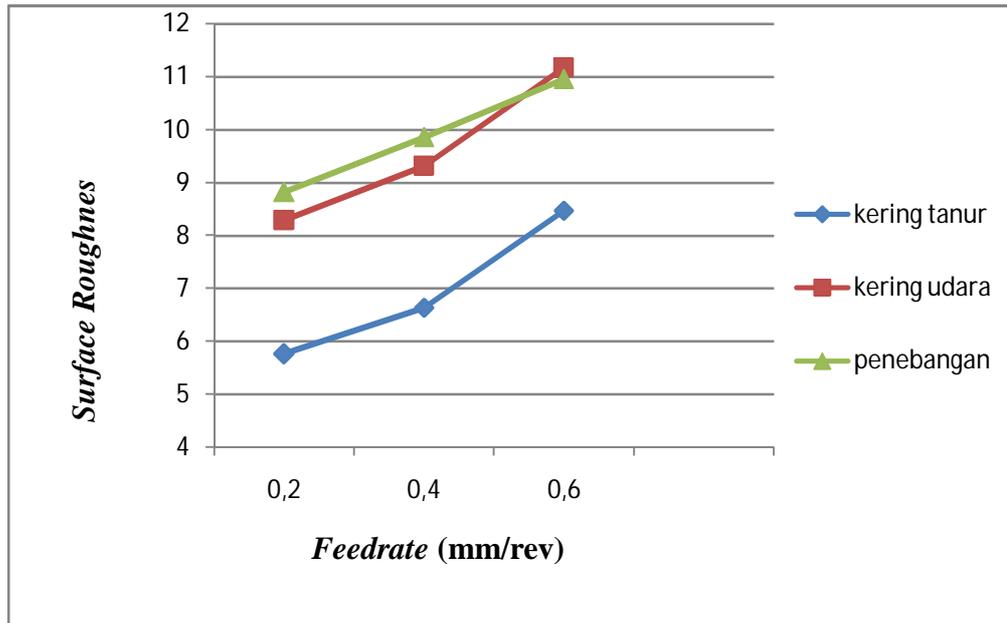
Prosedur Penelitian

1. Persiapan bahan yang digunakan dalam penelitian adalah:
 - a. Pemotongan bahan untuk uji kadar air.
 - b. Pemotongan bahan untuk proses pemesinan.
2. Pengujian kadar air kayu jati.
3. Pembuatan program.

4. Proses pemesinan.
5. Pengujian kekasaran permukaan.
6. Analisis data.
7. Kesimpulan.

Berdasarkan pengukuran kekasaran permukaan hasil pemesinan CNC, maka dilakukan analisis data sebagai berikut:

HASIL DAN PEMBAHASAN

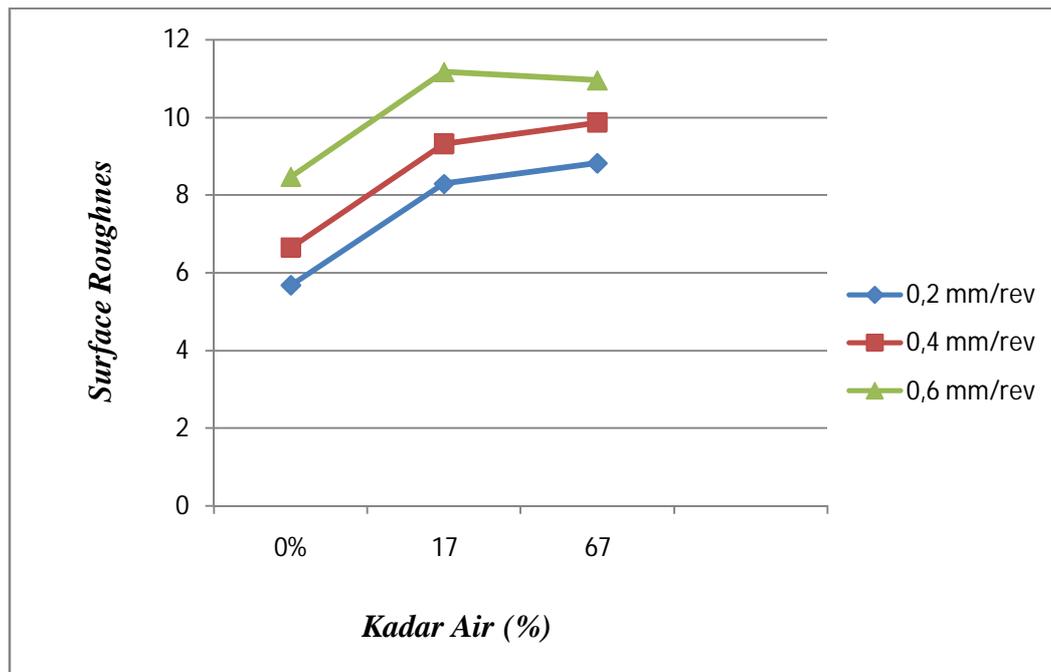


Gambar 9. PengaruhKecepatan Pemakanan (*Feedrate*) terhadap Kekasaran Permukaan Material Kayu Jati Hasil Pemesinan CNC *Milling Type ZK 7040*

Hasil pengukuran kekasaran permukaan menunjukkan bahwa semakin tinggi kecepatan pemakanan (*feedrate*) yang digunakan dalam *machining* maka akan menghasilkan kekasaran permukaan yang semakin tinggi, sebaliknya semakin rendah kecepatan pemakanan (*feedrate*) yang digunakan dalam *machining* akan menghasilkan kekasaran permukaan yang semakin rendah. Pernyataan berikut berlaku untuk kadar air 0%, 17% dan 67%. Kekasaran permukaan yang paling rendah dihasilkan dari interaksi antara kecepatan

pemakanan (*feedrate*) 0,2 mm/rev dengan kadar air kayu jati dengan kondisi kering tanur (0%).

Kekasaran permukaan tersebut dipengaruhi oleh faktor pemakanan pada pahat, semakin tinggi kecepatan pemakanan (*feedrate*) maka pergeseran pahat untuk menyayat benda kerja akan semakin cepat, akibatnya pada benda kerja terdapat bagian yang tidak tersayat secara sempurna. Tanda serpih (*chip mark*) pada permukaan kayu disebabkan oleh adanya kayu yang menempel pada ujung pisau/pahat.



Gambar 10. Pengaruh Kadar Air terhadap Kekasaran Permukaan Material Kayu Jati Hasil Pemesinan CNC Milling Type ZK 7040

Hasil pengukuran kekasaran permukaan menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar air dalam kayu jati yang digunakan sebagai material pemesinan maka menghasilkan kekasaran permukaan yang tinggi, sebaliknya semakin rendah kadar air dalam kayu jati yang digunakan sebagai material pemesinan maka menghasilkan kekasaran permukaan yang rendah. Pernyataan berikut berlaku untuk kecepatan pemakanan (*feedrate*) 0,2 mm/rev, 0,4 mm/rev dan 0,6 mm/rev. Kekasaran permukaan yang paling rendah dihasilkan dari interaksi kadar air 0% dengan kecepatan pemakanan (*feedrate*) 0,2 mm/rev. Kekasaran permukaan tersebut dipengaruhi oleh faktor kadar air yang terdapat didalam kayu, semakin rendah kadar air akan mengakibatkan serat-serat kayu menjadi lebih rapat. Kayu yang memiliki kerapatan tinggi memiliki kerapatan sel-sel juga semakin tinggi sehingga cenderung lebih tahan terhadap kemungkinan cacat akibat pemesinan.

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa adanya pengaruh kecepatan pemakanan

(*feedrate*) terhadap kekasaran permukaan kayu jati hasil pemesinan CNC 3 axis. Adanya pengaruh kadar air terhadap kekasaran permukaan kayu jati hasil pemesinan CNC 3 axis. Adanya interaksi antara kecepatan pemakanan (*feedrate*) dan kadar air terhadap kekasaran permukaan kayu jati hasil pemesinan CNC 3 axis.

B. Saran

1. Penelitian mengenai parameter yang dapat dikembangkan mengenai variasi pahat dan variasi *step over*.
2. Penelitian yang dilaksanakan terbatas pada parameter pemesinan dan juga kondisi material kayu jati, sehingga perlu adanya penelitian lain yang membahas variasi-variasi lain untuk kekasaran permukaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim.(2011). *Praktikum Proses Manufaktur*. Diperoleh 11 Maret 2011, dari <http://blog.ft-untirta.ac.id/damardp/files/2011/09/Prosman-MODUL-IV.pdf>.

- Ardiansyah.(2011). *Pengaruh Parameter Permesinan pada Kayu terhadap Kekasaran Permukaan*. Semarang: UNDIP.
- Bank Indonesia.(2008). *Furniture Kayu*. Jakarta: Bank Indonesia.
- Damanik, R.I.M. (2005). *Kekuatan Kayu*. Medan: USU e-Repository.
- Daniel. (2009). *Optimasi Parameter Pemesinan Proses CNC Freis terhadap Hasil Kekasaran Permukaan dan Keausan Pahat Menggunakan Metode Taguchi*.Semarang: UNDIP.
- Darmanto, J. (2007). *CNC Milling*. Surakarta: Yudhistira.
- Dumanauw, J.F. (1990). *Mengenal Kayu*. Yogyakarta:KANISIUS
- Farahnakian, M., Razfar, M.R., & Joosheghan, S.E. (2012).*Optimum Surface Roughness Prediction in Face Milling of High Silicon Stainless Steel*. Diperoleh 18 April 2012, dari <http://www.waset.org/journals/ijmae/v6/v6-40.pdf>
- Handrian, I. (2007). *Pengujian Kekakuan Kayu Secara Non Destruktif Gelombang Ultrasonik dan Kekuatan Lentur Secara Destruktif Contoh Kecil Kayu Jati (Tectona Grandis.Linn. F.)*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Hiziroglu,S., Hadi, Y.S., & Hermawan, D. (2008).*Surface Quality of Commercially Manufactured Particleboard Panels in Indonesia*.Journal Tropical Wood Science and Technology. 6 (1), 13-16.
- Iensufiie, T. (2008).*Teknik Pengeringan Kayu*. Jakarta: Erlangga
- Ipasar.(2010). *Kayu Bundar Jati/Teak*.Jakarta : PT. iPASAR INDONESIA. Diperoleh 16 Maret 2012 ,dari<http://www.ipasar.co.id/upload/docs/Trading%20Fact%20Kontrak%20KAYU%20JATI%20BUNDAR%20Sep10.pdf>.
- Iswanto, A.H. (2008a). *SIFAT FISIS KAYU: Berat Jenis dan Kadar Air pada Beberapa Jenis Kayu*. Medan: USU e-Repository.
- Iswanto, A.H. (2008b). *Pengujian Modulus Elastisitas Kayu dengan Menggunakan Metode Two Point Loading*.Medan: USU e-Repository.
- Krisdianto & Sumarni, G. (____). *Perbandingan Persentase Volume Teras Kayu Jati Cepat Tumbuh dan Konvensional Umur 7 Tahun Asal Penajam, Kalimantan Timur (Heartwood Portion in Logs of 7 Year Old Fast Growing and Conventional Teak Taken from Penajam, East Kalimantan)*. Bogor: Peneliti pada Puslitbang Hasil Hutan.
- Lakshmi, VVK.,& Subbaiah K.V. (2012). *Modelling and Optimization of Process Parameter During End Milling of Hardened Steel*. Diperoleh 18 April 2012, dari http://www.ijera.com/papers/Vol2_issue2/DH22674679.pdf.
- Martono, B., Tukiman., Wijanarko, B., Mulyono, A., Kuncoro, C., & Hartiyono. (2008). *Teknik Perkayuan Jilid 1*. Jakarta : Departemen Pendidikan Nasional.
- Nur, I., Safril, & Wahyudi, B. (2008). *Pengaruh Media Pendingin dan*

- Kondisi Pemotongan Logam terhadap Kekasaran Permukaan pada Proses Milling Menggunakan Mesin CNC Type VMC 200.* Diperoleh 12 Juli 2012, dari <http://ojs.polinpdg.ac.id/index.php/JTM/article/download/531/522>.
- Rusnaldy, Paryanto & Iskandar, N. (2009). *Pengukuran Modulus Elastisitas Berbagai Jenis Kayu untuk Furnitur.* Diperoleh 6 Juli 2012, dari <http://ejournal.undip.ac.id/index.php/rotasi/article/download/2008/1758>
- Rochim, T. (2001). *Spesifikasi, Metrologi, dan Kontrol Kualitas Geometrik.* Bandung : Institut Teknologi Bandung.
- Siregar, E.B.M. (2005). *Potensi Budidaya Jati.* Medan: USU e-Repository.
- Subana, & Sudrajat. (2009). *Dasar-dasar Penelitian Ilmiah.* Bandung: Pustaka Setia.
- Subagio, D.G. (2008). *Teknik Pemrograman CNC Bubut dan Frais.* Jakarta: LIPI Press.
- Sucipto, T. (2009a). *Penentuan Air dalam Rongga Sel Kayu.* Medan: USU e-Repository.
- Sucipto, T. (2009b). *Pengerjaan Kayu dan Sifat Pemesinan Kayu.* Medan: USU e-Repository.
- Sugiyono.(2011), *Statistik untuk Penelitian.* Bandung: Alfabeta.
- Sumarni, S. (2010). *Struktur Kayu.* Surakarta: Yuma Pustaka.
- Syafri & Yohanes. (____). *Menentukan Umur dan Menganalisa Keausan Pahat HSS End Mill pada Macining Center MC-520 Stama dengan memperhatikan MQL dan Dry Machining untuk High Speed Machining.* Diperoleh 3 Juli 2012, dari http://isjd.pdii.lipi.go.id/admin/jurnal/8209143151_1693-9573.pdf.
- Tetelepta, N.N. (2012). *Penggunaan Pahat Ball End Mill terhadap Kekasaran Permukaan pada Material Baja St 37.* Diperoleh 15 Juli 2012, dari http://paparisa.unpatti.ac.id/paperrepo/ppr_iteminfo_ink.php?id=224.
- Wagiyanto, D. (2012). *Pengaruh Kecepatan Spindel dan Kecepatan Pemakanan Terhadap Kekasaran Permukaan pada Proses Pemesinan CNC 3 Axis dengan Material Kayu Jati.* Surakarta: UNS.
- Wijanarka, S. (2012). *Modul Teknik Pemesinan Frais CNC.* Yogyakarta: UNY.
- Zulhendri, Kiswanto, G., Rosa, Y. (2007). *Pengaruh Tipe Pahat dan Arah Pemakanan Permukaan Berkontur Pada Pemesinan Milling Awal dan Akhir Terhadap Kekasaran Permukaan.* Diperoleh 15 Juli 2012, dari <http://ojs.polinpdg.ac.id/index.php/JTM/article/download/360/380>