

**TUGAS AKHIR**  
**OPTIMASI PROSES PEMBUATAN MOBIL KAYU DENGAN MESIN**  
**CNC ROUTER PADA INDUSTRI BATIK KAYU**



Disusun Sebagai Syarat Menyelesaikan Program Studi Strata Satu  
Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Disusun Oleh :

**MUHAMMAD RIZKI SETIAWAN**

**NIM : D200 11 0052**

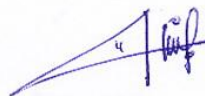
**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

**2017**

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul :  
**“OPTIMASI PROSES PEMBUATAN MOBIL KAYU DENGAN MESIN  
CNC ROUTER PADA INDUSTRI BATIK KAYU”** yang dibuat untuk  
memenuhi sebagai syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan  
Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta,  
sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan dari penelitian atau  
duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai  
untuk mendapatkan gelar sarjana di lingkungan Universitas  
Muhammadiyah Surakarta atau Instansi manapun, kecuali bagian yang  
sumber informasinya saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 9 Februari 2017  
Yang Menyatakan



Muhammad Rizki Setiawan

## HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir berjudul “**OPTIMASI PROSES PEMBUATAN MOBIL KAYU DENGAN MESIN CNC ROUTER PADA INDUSTRI BATIK KAYU**”, telah disetujui oleh Pembimbing dan diterima sebagai syarat menyelesaikan program strata satu pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan Oleh :

Nama : **MUHAMMAD RIZKI SETIAWAN**

NIM : **D200.110.052**

Disetujui Pada :

Hari : Kamis

Tanggal : 09 Februari 2017

Pembimbing



**Bambang Waluyo F, ST., MT.**

**NIK.735**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul : **“OPTIMASI PROSES PEMBUATAN MOBIL KAYU DENGAN MESIN CNC ROUTER PADA INDUSTRI BATIK KAYU”** telah dipertahankan dihadapan tim penguji dan telah dinyatakan sah untuk memenuhi syarat memperoleh derajat sarjana pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : **MUHAMMAD RIZKI SETIAWAN**

NIM : **D200 110 052**

Disahkan pada :

Hari : Kamis .....

Tanggal : 09 Februari 2017 .....

**Tim Penguji :**

Ketua : **Bambang W. Febriantoko, ST., MT.**

Anggota 1 : **Dr. Joko Sedyono**

Anggota 2 : **Patna Partono ST., MT.**

(.....)  
(.....)  
(.....)



Dekan

**Ir. Sri Sunarjono, MT., Ph.D**

Ketua Jurusan

*Tri Widodo*

**Tri Widodo B. R., ST, MSc, Ph.D**

## HALAMAN MOTTO

Sebaik-baik manusia adalah yang paling bermanfaat bagi orang lain.

( HR. Ahmad, Thabrani, Daruqutni )

Apapun yang kita lakukan dalam kehidupan ini adalah perlombaan dalam kebaikan, bukan perlombaan keunggulan satu sama lain.

(Emha Ainun Najib)

Buatlah penyesalan itu didepan, agar tidak ada penyesalan dikemudian hari.

(Penulis)

Cara bagi orang yang masih muda untuk berkembang adalah meningkatkan dirinya dalam segala hal yang ia mampu, tanpa mencurigai bahwa setiap orang ingin menghalanginya.

( Abraham Lincoln )

Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, maka apabila kamu telah selesai dari sesuatu urusan, kerjakanlah dengan sungguh-sungguh urusan yang lain. Dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap.

(Q.S Al Nasyarah :6-8)

# OPTIMASI PROSES PEMBUATAN MOBIL KAYU DENGAN MESIN CNC ROUTER PADA INDUSTRI BATIK KAYU

**Muhammad Rizki Setiawan, Bambang Waluyo Febriantoko**

Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol Pos I Pabelan, Kartasura

Email : [rizkisetiawan12@yahoo.com](mailto:rizkisetiawan12@yahoo.com)

## **Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi *tool path* pada pembuatan mobil kayu hasil pemesinan *CNC milling router 3 axis* pada material kayu, terhadap kekasaran permukaan yang dihasilkan dalam satuan (Ra) mana yang hasilnya baik, dan pengaruh pengaruh variasi *tool path* terhadap waktu proses pemesinan.

Penelitian ini menggunakan bahan kayu mahoni dan menggunakan mesin *CNC milling Router 3 axis* dengan *control mach3* proses pemesinan dilakukan dengan variasi *tool path*, dan pengujian kekasaran permukaan menggunakan alat uji kekasaran (*Roughnes Tester* Tipe TR200 dengan standar ISO).

Hasil penelitian menunjukkan variasi *tool path* menghasilkan tingkat kekasaran yang berbeda pada hasil pemesinan *CNC milling router 3 axis*, tingkat kekasaran permukaan pada proses pemesinan *CNC milling router 3 axis* dengan material kayu akan menghasilkan tingkat kekasaran antara N8 sampai dengan N9. Dari hasil pengujian dapat diketahui nilai kekasaran rata-rata (Ra) terbaik dari variasi *tool path*, didapatkan pada spesimen ke 3 dengan menggunakan alur pahat *offset classic* dengan nilai kekasaran rata-rata 4,134  $\mu\text{m}$ , dan untuk kekasaran rata-rata (Ra) total terbaik dari variasi *tool path* didapatkan nilai kekasaran rata-rata terbaik pada *tool path offset classic* dengan nilai kekasaran rata-rata sebesar 4,556  $\mu\text{m}$ . Berdasarkan hasil pengukuran waktu rata-rata pada proses pembuatan mobil kayu menggunakan mesin *CNC router milling 3 axis* menggunakan *tool path* yang berbeda waktu tercepat didapat pada *tool path offset classic* dengan waktu 15271 detik.

**Kata Kunci :** *Tool path, Kayu, CNC milling Router 3 axis, Kekasaran.*

## **OPTIMIZING THE PROCESS OF MAKING A WOODEN CAR USING A CNC ROUTER MACHINE IN THE WOODEN BATIK INDUSTRY**

**Muhammad Rizki Setiawan, Bambang Waluyo Febriantoko**  
Mechanical Engineering, Muhammadiyah University of Surakarta  
Jl. A. Yani Tromol Pos I Pabelan, Kartasura  
Email : [rizkisetiawan12@yahoo.com](mailto:rizkisetiawan12@yahoo.com)

### ***Abstract***

This research aims to know the influence of tool path in making a wooden car resulted from the machinery of CNC milling router 3 axis in the wooden material on the surface roughness resulted in which unit (Ra) that gives the best result, and the influences of tool path variation on the machinery process time.

This research used the wooden material of mahogany and used the machine of CNC milling Router 3 axis with the control mach3. The machinery process was conducted with the tool path variation. The testing of surface roughness used a roughness tool (Roughness Tester Type TR200 with ISO standard).

The results of the research showed the variation of tool path resulted in a different roughness level in the machinery result of CNC milling router 3 axis, the roughness level of the surface in the machinery process of CNC milling router 3 axis with the wooden material will result in a roughness level ranging from N8 up to N9. From the results of the testing, it could be known that the best average roughness score (Ra) from the tool path variation was obtained from the third specimen by using the chisel plot of offset classic with the average roughness score 4,134  $\mu\text{m}$ , and for the best total average roughness (Ra) from the tool path variation, the best average roughness score was obtained in the tool path offset classic with the average roughness score as much as 4,556  $\mu\text{m}$ . Based on the results of average time measurement in the process of making the wooden car using the machine of CNC router milling 3 axis used a different tool path, the fastest time was obtained in the tool path offset classic with the time of 15271 second.

Keywords: Tool path, Wood, CNC milling Router 3 axis, Roughness.

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan rasa syukur kehadiran Allah SWT, beserta Rasulnya. Alhamdulillah kami selalu bersyukur atas kemampuan sederhana yang kami miliki. Rasa bangga, haru, serta bahagia yang mendalam setelah melewati berbagai cobaan, halangan maupun rintangan dalam perjuangan yang panjang, saya persembahkan tugas akhir ini kepada :

1. Bapak dan Ibu tercinta, sebagai tanda bakti, hormat, dan rasa terima kasih yang tiada terhingga kupersembahkan karya kecil ini kepada Bapak dan Ibu yang telah memberikan kasih sayang, segala dukungan, dan cinta kasih yang tiada terhingga yang tiada mungkin dapat ku balas hanya dengan selembar kertas yang bertuliskan kata cinta dan persembahan.
2. Dosen Pembimbing Tugas Akhir Bapak Bambang Waluyo Febriantoko, ST., terima kasih banyak pak, saya sudah dibantu selama ini, sudah dinasehati, sudah diajari, saya tidak akan lupa atas bantuan dan kesabaran dari bapak-bapak.
3. Seluruh Dosen Pengajar di Jurusan Teknik Mesin, Terima kasih untuk Semua ilmu, didikan dan pengalaman yang sangat berarti.
4. Bayu, sofyan, kiting selaku teman seperjuangan di tugas akhir.
5. Coirul, Dhani, Toto selaku teman CV Ankar Sejahtera yang banyak memberi diskusi dan semangat.
6. Desi Ayuningsih, yang dengan cinta dan kasih sayang tak pernah henti memberikan semangat dan pencerahan kepada saya.



7. Semua saudaraku terhebat dan tangguh sehidup seperjuangan diangkatan 2011 teknik mesin UMS surakarta .
8. Keluarga besar polo kendo yang selalu memberi semangat dan berbagai masukan kepada saya.

## KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Wr.Wb

Syukur alhamdulillah, penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas berkah dan rahmat-Nya sehingga penyusunan laporan penelitian ini dapat terselesaikan.

Tugas Akhir berjudul “**OPTIMASI PROSES PEMBUATAN MOBIL KAYU DENGAN MESIN *CNC ROUTER* PADA INDUSTRI BATIK KAYU** “ dapat terselesaikan atas dukungan dari beberapa pihak. Untuk itu pada kesempatan ini, penulis dengan segala ketulusan dan keikhlasan hati ingin menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir. Sri Sunarjono, MT., Ph.D, sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Tri Widodo Besar Riyadi, ST., MSc., Ph.D, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin.
3. Bapak Bambang Waluyo Febriantoko, ST., MT, selaku dosen pembimbing utama yang telah membimbing dan mengarahkan dalam penyusunan Tugas Akhir ini dengan baik, sabar dan ramah..
4. Bapak Ir. Tri Tjahjono, MT, selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan masukan dan arahan selama proses perkuliahan.

5. Semua Dosen teknik mesin yang telah memberikan banyak ilmu dan dorongan yang sangat membantu penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini dengan baik.
6. Staf Tata Usaha Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta yang membantu kelancaran Tugas Akhir.
7. Semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan terimakasih atas dukungannya.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca akan penulis terima dengan senang hati.

Wassalamualaikum Wr.Wb.

Surakarta, 9 Februari 2017



Muhammad Rizki Setiawan

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	v
<b>ABSTRAK</b> .....	vi
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	viii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	x
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Tujuan Penelitian .....	2
1.3. Manfaat Penelitian .....	3
1.4. Batasan Masalah .....	4
1.5. Sistematika Penulisan Laporan .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Tinjauan Pustaka .....	7
2.2. Landasan Teori .....	9
2.2.1. Mesin CNC Milling .....	9
2.2.2. Pengertian Mesin CNC Router .....	10
2.2.3. Parameter Pemesinan .....	11
2.2.4. Material Pahat .....	13
2.2.5. Kayu .....	14
2.3. Pengertian Permukaan .....	16
2.4. Metrologi Konfigurasi Permukaan .....	17
2.5. Alat Ukur Kekasaran Permukaan .....	21

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1.	Diagram Alir Penelitian .....	24
3.2.	Tempat Penelitian Lapangan .....	25
3.3.	Alat dan Bahan Pendukung .....	25
3.3.1.	Satu Set Komputer .....	25
3.3.2.	Mesin CNC Milling 3 Axis .....	26
3.3.3.	Digital Tacho Meter .....	27
3.3.4.	Kunci Pas .....	27
3.3.5.	Jangka Sorong .....	28
3.3.6.	Dial Indikator .....	28
3.3.7.	Pahat Milling .....	29
3.3.8.	Bahan .....	29
3.4.	Proses Eksperimen .....	30
3.4.1.	Desain Benda Kerja .....	30
3.4.2.	Proses Pembuatan NC Code .....	30
3.4.3.	Alur Pahat .....	31
3.4.4.	Langkah-langkah Eksperimen .....	31
3.4.5.	Syarat-syarat Mesin CNC Bekerja .....	32
3.4.6.	Produk Hasil Pemesinan .....	32
3.5.	Uji Kekasaran Permukaan .....	33
3.6.	Hasil / Data .....	35
3.7.	Analisis dan Pembahasan .....	35
3.8.	Kesimpulan .....	35

### **BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

4.1.	Hasil Pemesinan .....	36
4.2.	Data Waktu Proses Machining .....	37
4.3.	Pengujian Kekasaran.....	38

### **BAB V KESIMPULAN**

5.1.	Kesimpulan .....	46
5.2.	Saran .....	47

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Mesin <i>CNC Router Milling 3 axis</i> .....	10
Gambar 2.2. Bentuk Kasar ( <i>roughness</i> ) dan Gelombang ( <i>waviness</i> ) ....	17
Gambar 2.3. Simbol Kekasaran Permukaan .....	17
Gambar 2.4. Grafik Profil Permukaan .....	19
Gambar 2.5. Menentukan kekasaran rata-rata Ra .....	20
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian .....	24
Gambar 3.2. Satu Set Komputer .....	25
Gambar 3.3. Mesin <i>CNC Milling 3 Axis</i> .....	26
Gambar 3.4. Digital <i>Tacho Meter</i> .....	27
Gambar 3.5. Kunci Pas .....	27
Gambar 3.6. Jangka Sorong .....	28
Gambar 3.7. Dial Indikator .....	28
Gambar 3.8. Pahat <i>Endmill</i> dan <i>Ballnose</i> .....	29
Gambar 3.9. Kayu Mahoni .....	29
Gambar 3.10. Desain Benda Kerja .....	30
Gambar 3.11. Pembuatan NC Code .....	30
Gambar 3.12. Alur Pahat .....	31
Gambar 3.13. Produk Hasil Pemesinan .....	32
Gambar 3.14. Produk sesudah di <i>Assembly</i> .....	32
Gambar 3.15. Spesimen Bertanda .....	33
Gambar 3.16. Alat kalibrasi dengan Ra 1,63 $\mu\text{m}$ .....	34
Gambar 3.17. Setting Spesimen Pada Alat Uji .....	34

Gambar 3.18. <i>Pick up Position</i> .....	34
Gambar 4.1. Grafik pengaruh alur pahat ( <i>toolpath</i> ) terhadap waktu proses pemesinan .....	38
Gambar 4.2. Grafik kekasaran permukaan menggunakan <i>toolpath 3D Offset</i> , pada masing-masing spesimen .....	39
Gambar 4.3. Grafik kekasaran permukaan menggunakan <i>toolpath Raster Classic</i> , pada masing-masing spesimen .....	41
Gambar 4.4. Grafik kekasaran permukaan menggunakan <i>toolpath Offset Classic</i> , pada masing-masing spesimen .....	42
Gambar 4.5. Grafik pengaruh proses pemakanan terhadap kekasaran rata-rata permukaan menggunakan <i>toolpath 3D Offset, Raster Classic, dan Offset Classic</i> .....	44
Gambar 4.6. Grafik pengaruh alur pahat ( <i>toolpath</i> ) terhadap waktu proses pemesinan dengan menggunakan mesin CNC router milling 3 axis .....	46

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Blok pemrograman NC .....	11
Tabel 2.2. Nilai Kekasaran .....	21
Tabel 3.1. Spesifikasi Benda .....	30
Tabel 3.2. Spesifikasi Parameter Produk Percobaan .....	31
Tabel 4.1. Proses pemesinan milling alur pahat <i>3D Offset</i> .....	36
Tabel 4.2. Proses pemesinan milling alur pahat <i>Raster Classic</i> .....	36
Tabel 4.3. Proses pemesinan milling alur pahat <i>Offset Classic</i> .....	37
Tabel 4.4. Waktu proses <i>Machining</i> .....	37
Tabel 4.5. Hasil pengukuran kekasaran <i>toolpath 3D Offset</i> .....	38
Tabel 4.6. Hasil pengukuran kekasaran <i>toolpath Raster Classic</i> .....	40
Tabel 4.7. Hasil pengukuran kekasaran <i>toolpath Offset Classic</i> .....	41