

**TUGAS AKHIR**  
**ANALISIS PENGARUH TOOLPATH PADA PEMBUATAN**  
**KACAMATA KAYU DENGAN MESIN CNC MILLING ROUTER 3**  
**AXIS**



Disusun Sebagai Syarat Untuk Mencapai Gelar Sarjana Teknik  
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta

**Disusun oleh:**

**SOFYAN KURNIAWAN**

**D200110050**

**Pembimbing:**

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

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

**2017**

## HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas akhir berjudul “ANALISIS PENGARUH TOOLPATH PADA PEMBUATAN KACAMATA KAYU DENGAN MESIN CNC MILLING ROUTER 3 AXIS”, telah disetujui oleh pembimbing dan diterima untuk memenuhi sebagai syarat memperoleh gelar sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : SOFYAN KURNIAWAN

Nim : D200110050

Disetujui pada :

Hari :

Tanggal : 8 Januari 2018

Hari

Tanggal

Tan Pengant

Kelua

Anggota 1

Anggota 2

Bambang Waluyo F, ST, MT.

Patos Partono, ST, MT.

Maryukan, Ir, MT.

Pembimbing Utama

Dekan



Bambang Waluyo F, ST, MT.

Ketua Jurusan

Ir. H. Sri Sunardono, MT, Ph.D

Ir. Sudarto, MT

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir berjudul “ANALISIS PENGARUH TOOLPATH PADA PEMBUATAN KACAMATA KAYU DENGAN MESIN CNC MILLING ROUTER 3 AXIS” telah dipertahankan dihadapan tim penguji yang telah dinyatakan sah untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan Oleh :

Nama : Sofyan Kurniawan

NIM : D 200 11 0050

Disetujui pada,

Hari : .....

Tanggal : 8 Januari 2018

Tim Penguji

Ketua : Bambang Waluyo F, ST, MT. (  )

Anggota 1 : Patna Partono, ST, MT. (  )

Anggota 2 : Masyrukan, Ir, MT. (  )

  
Dekan  
  
Ir. Sri Sunarjono, M.T. Ph.D.  
NIK : 682

Ketua Jurusan

  
Ir. Subroto, MT

## **PERNYATAAN KEASLIAN TOPIK TUGAS AKHIR**

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul **“ANALISA PENGARUH TOOLPATH PADA PEMBUATAN KACAMATA KAYU DENGAN MESIN CNC MILLING ROUTER 3 AXIS”** 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 diublikasikan dengan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjanadi lingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 4 Oktober 2017

Yang menyatakan

Sofyan Kurniawan

## **MOTTO**

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

(Q.S. Al Insyiroh: 6-8)

“Allah tidak membebani hamba-hamba-Nya kecuali dengan sesuatu yang dapat dilaksanakan”

(Q.S Al Baqarah:286)

“Jadikanlah sabar dan shalat sebagai penolongmu. Dan sesungguhnya yang demikian itu sungguh berat, kecuali bagi orang-orang yang khusyu.”

(Q.S Al Baqarah:45)

## **KATA PENGANTAR**

Syukur Alhamdulillah, saya panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan nikmat-Nya sehingga penyusunan laporan penelitian ini dapat terselesaikan.

Tugas akhir berjudul **“ANALISA PENGARUH TOOLPATH PADA PEMBUATAN KACAMATA KAYU DENGAN MESIN CNC MILLING ROUTER 3 AXIS”** dapat terselesaikan atas dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu dalam kesempatan ini saya selaku penulis dengan segala hormat dan ketulusan hati ingin menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan sebesar – besarnya kepada :

1. Bapak Ir. H. Sri Sunarjono, MT, Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Ir. Subroto ,MT, selaku ketua jurusan Teknik Mesin.
3. Bapak Bambang Waluyo Febriantoko ST, MT., selaku Dosen pembimbing utama yang telah membimbing serta bersedia meluangkan waktunya untuk memberikan arahan dan penjelasan dalam penulisan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Nur Aklis ,ST,MEng, selaku Dosen pembimbing akademik yang telah banyak memberikan masukan dan arahan selama proses perkuliahan.
5. Bapak dan ibu tercinta yang selalu memberikan doa beserta dukungannya, perhatian serta kasih sayang yang begitu istimewa dan sangat luar biasa.
6. Teman seperjuangan teknik mesin angkatan 2011 yang banyak memberikan motivasi dan semangat bagi penulis
7. Semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan terimakasih atas dukungannya.

Penulis menyadari bahwa laporan ini jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu kritik dan saran bersifat membangun dari pembaca akan penulis terima dengan senang hati dan penulis ucapkan banyak terima kasih. Semoga semua amal baik yang diberikan semua pihak kepada penulis akan mendapat balasan yang lebih baik dan sempurna dari Allah SWT.

Surakarta,    Oktober 2017

Sofyan Kurniawan

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Dengan rasa syukur kehadiran Allah SWT, beserta Rasulnya, bangga, haru, serta bahagia yang mendalam setelah melewati berbagai cobaan, halangan maupun rintangan dalam perjuangan yang panjang, saya persembahkan tugas akhir ini kepada :

1. BapakPurwo dan IbuImbaningsih Dyah Warastuti yang tercinta yang selalu mendoakan, memberi dukungan secara finansial, tenaga serta dorongan sepanjang waktu sampai mengantarkan saya sebagai seorang sarjana Teknik Mesin.
2. Bapak Waluyo F selaku pembimbing utama yang telah membimbing, mengarahkan, memberi petunjuk dalam penyusunan tugas akhir ini dengan sangat perhatian, baik, sabar dan ramah.
3. Sahabat dan teman seperjuangan Beny, Ismail dan wijonarko ,Riki, ferdian terimakasih atas kerja samanya selama penelitian.
4. Didik ,irawan ,isnanto yang telah membantu dan memotifasiku untuk semangat mengerjakan skripsiku.
5. Untuk seseorang yang aku jadikan semangatku untuk mengerjakan skripsi ini.
6. Semua teman-teman Teknik Mesin angkatan 2011 terimakasih atas bantuan dan dukungannya selama menempuh masa perkuliahan yang selalu memberikan pelajaran berharga yang tidak bisa dinilai dengan materi, sehingga penulis bisa sampai pada titik ini.

7. Terimakasih pula kepada teman-teman kost Polokendo yang telah mengajarkan arti kebersamaan dalam hidup.
8. Terimakasih atas dukungan doa sahabat dan juga orang yang aku sayangi, semoga saya lulus menjadi orang yang bermanfaat.

## Daftar isi

|                                                                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| BAB I .....                                                                                                                                 | 1  |
| PENDAHULUAN.....                                                                                                                            | 1  |
| 1.1. Latar Belakang Masalah .....                                                                                                           | 1  |
| 1.2. PERUMUSAN MASALAH .....                                                                                                                | 2  |
| 1.3. BATASAN MASALAH .....                                                                                                                  | 2  |
| 1.4. TUJUAN PENELITIAN .....                                                                                                                | 3  |
| 1.5. METODE PENULISAN .....                                                                                                                 | 3  |
| 1.6. Data-data teknis diperoleh dwngan melakukan survey lapangan dan<br>melakukan percobaan sesuai dengan judul yang telah ditentukan. .... | 3  |
| 1.7. SISTEMATIKA PENULISAN .....                                                                                                            | 3  |
| BAB II .....                                                                                                                                | 5  |
| TINJAUAN PUSTAKA .....                                                                                                                      | 5  |
| 2.1.TINJAUAN PUSTAKA.....                                                                                                                   | 5  |
| 2.2.Landasan Teori .....                                                                                                                    | 6  |
| 2.2.1 Pengertian MesinMilling CNC Router .....                                                                                              | 6  |
| 2.2.2. Pengertian Ball Screw.....                                                                                                           | 7  |
| 2.2.3 Pengertian Spindle.....                                                                                                               | 7  |
| 2.2.4. Klasifikasi Proses Frais .....                                                                                                       | 7  |
| A. Freis Periperal (Slab Milling).....                                                                                                      | 7  |
| B. Frais Muka ( Face Milling ) .....                                                                                                        | 8  |
| C. Freis Jari ( End Mill ).....                                                                                                             | 8  |
| 2.2.5. Metode Proses Freis.....                                                                                                             | 9  |
| A.Freis Naik ( Up Milling ) .....                                                                                                           | 9  |
| B. Freis Turun ( Down Milling ) .....                                                                                                       | 9  |
| 2.2.6 Elemen-elemen Dasar Mesin Freis .....                                                                                                 | 10 |
| 2.2.7. Pengertian Kayu .....                                                                                                                | 12 |
| 2.2.8. Pengertian Meja Mesin .....                                                                                                          | 12 |
| 2.2.9. Pengertian Motor stepper.....                                                                                                        | 13 |
| 2.2.10. SolidWork/ArtCam .....                                                                                                              | 13 |
| BAB III .....                                                                                                                               | 14 |
| METODE PENELITIAN.....                                                                                                                      | 14 |

|                                      |                                                                                                                                                |    |
|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.2.                                 | Penjelasan Diagram Alir .....                                                                                                                  | 15 |
| 3.3.                                 | Tempat Penelitian Lapangan.....                                                                                                                | 15 |
| 3.4.                                 | Alat dan Bahan Pendukung .....                                                                                                                 | 16 |
| 3.4.1.                               | Alat .....                                                                                                                                     | 16 |
| A.                                   | Satu Set Komputer .....                                                                                                                        | 16 |
| B.                                   | Breakoutboard (BOB) and Power supply spindel.....                                                                                              | 16 |
| C.                                   | Motor Stepper.....                                                                                                                             | 17 |
| D.                                   | Ball Screw .....                                                                                                                               | 17 |
| E.                                   | Digital Tachometer .....                                                                                                                       | 18 |
| F.                                   | Perlngkapan Alat .....                                                                                                                         | 18 |
| G.                                   | Jangka sorong.....                                                                                                                             | 19 |
| H.                                   | Dial Indikator .....                                                                                                                           | 19 |
| I.                                   | Pahat Milling .....                                                                                                                            | 20 |
| 3.4.2.                               | Bahan .....                                                                                                                                    | 20 |
| 3.5.                                 | Proses Pengujian Bahan <i>Kayu</i> .....                                                                                                       | 22 |
| 3.6.                                 | Desain Benda Kerja <i>kayu</i> yang direncanakan adalah sebagai berikut : .....                                                                | 26 |
| 3.6.1.                               | Alur pahat ( <i>Toolpath</i> ) yang digunakan .....                                                                                            | 26 |
| 3.6.2.                               | Diagram alir proses pembuatan produk .....                                                                                                     | 29 |
| 3.6.3.                               | Prosedur pembuatan produk .....                                                                                                                | 29 |
| 3.7                                  | Hasil / Data .....                                                                                                                             | 30 |
| 3.8                                  | Analisis dan Pembahasan.....                                                                                                                   | 30 |
| BAB IV .....                         |                                                                                                                                                | 31 |
| HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN..... |                                                                                                                                                | 31 |
| 4.1.                                 | Hasil Pemesinan.....                                                                                                                           | 31 |
| 4.2.                                 | Pengujian Kekasaran.....                                                                                                                       | 32 |
| 4.1.1.                               | Pengujian kekasaran toolpath spiral in box .....                                                                                               | 32 |
| 4.1.2                                | Pengujian kekasaran toolpath 3D Offset.....                                                                                                    | 36 |
| 4.1.3.                               | Pengujian kekasaran toolpath Raster.....                                                                                                       | 39 |
| 4.3.                                 | Pengaruh alur pahat ( <i>Toolpath</i> ) terhadap kekasaran permukaan<br>menggunakan <i>toolpath Spiral In Box, 3D Offset, dan Raster</i> ..... | 42 |

|                        |    |
|------------------------|----|
| BAB V KESIMPULAN ..... | 44 |
| 5.1. Kesimpulan.....   | 44 |
| 5.2. Saran.....        | 45 |

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

## DAFTAR GAMBAR

|                                                         |                |
|---------------------------------------------------------|----------------|
| Gambar 2.1. <i>Mesin CNC Router</i> .....               | 6              |
| Gambar 2.2. <i>Freis Periperal</i> .....                | 8              |
| Gambar 2.3. <i>Freis Muka</i> .....                     | 8              |
| Gambar 2.4. <i>Freis Jari</i> .....                     | 8              |
| Gambar 2.5. <i>Freis Naik</i> .....                     | 9              |
| Gambar 2.6. <i>Freis Turun</i> .....                    | 10             |
| Gambar 3.1. <i>Diagram Alir Penelitian</i> .....        | 14             |
| Gambar 3.2. <i>Satu set Komputer</i> .....              | 16             |
| Gambar 3.3. <i>power Suply Spindel</i> .....            | 16             |
| Gambar 3.4. <i>Motor Stepper</i> .....                  | 17             |
| Gambar 3.5. <i>Ball Screw</i> .....                     | 17             |
| Gambar 3.6. <i>Digital Tachometer</i> .....             | 18             |
| Gambar 3.7. <i>Perlengkapan Alat</i> .....              | 18             |
| Gambar 3.8 .....                                        | Jangka Sorong  |
| 19                                                      |                |
| Gambar 3.9. ....                                        | Dial Indikator |
| 19                                                      |                |
| Gambar 3.10 <i>Pahat Milling</i> .....                  | 20             |
| Gambar 3.11. <i>Kayu</i> .....                          | 21             |
| Gambar 3.12. <i>Mach 3</i> .....                        | 22             |
| Gambar 3.13. <i>G-Code</i> .....                        | 22             |
| Gambar 3.14. <i>G-Code masuk software</i> .....         | 23             |
| Gambar 3.15. <i>Pemasangan Spesimen</i> .....           | 23             |
| Gambar 3.16. <i>Start Software Mach3</i> .....          | 24             |
| Gambar 3.17. <i>Mesin CNC Mulai Pengoperasian</i> ..... | 24             |
| Gambar 3.18. <i>Hasil Spesimen</i> .....                | 25             |
| Gambar 3.19. <i>Data Mach3</i> .....                    | 25             |

|                                                      |    |
|------------------------------------------------------|----|
| Gambar 3.20. Data Mach3 .....                        | 26 |
| Gambar 3.21.Diagram Alir Pembuatan Produk .....      | 29 |
| Gambar 4.1.Tolpath Spiral In Box .....               | 32 |
| Gambar 4.2.Titik Pengukuran Kekasaran.....           | 32 |
| Gambar 4.3.Grafik Kekasaran Spiral In Box.....       | 34 |
| Gambar 4.4.Toolpath 3D Offset.....                   | 36 |
| Gambar 4.5.Titik Pengukuran Kekasaran.....           | 36 |
| Gambar 4.6.Grafik Kekasaran 3D Offse.t.....          | 38 |
| Gambar 4.7.Toolpath Raster.....                      | 39 |
| Gambar 4.8.Titik Pengukuran Kekasaran.....           | 39 |
| Gambar 4.9.Grafik Kekasaran Raster.....              | 41 |
| Gambar 4.10.Grafik Kekasaran 3 Variasi Toolpath..... | 43 |

## DAFTAR TABEL

|                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 3.2. Spesifikasi Parameter Produk Percobaan .....          | 27 |
| Tabel 4.1. Data Hasil Pengujian Kekasaran Spiral In Box A1 ..... | 33 |
| Tabel 4.2. Data Hasil Pengujian Kekasaran Spiral In Box A2 ..... | 33 |
| Tabel 4.3. Data Hasil Pengujian Kekasaran Spiral In Box A3 ..... | 34 |
| Tabel 4.4. Data Hasil Pengujian Kekasaran 3D Offset B1.....      | 37 |
| Tabel 4.5. Data Hasil Pengujian Kekasaran 3D Offset B2.....      | 37 |
| Tabel 4.6. Data Hasil Pengujian Kekasaran 3D Offset B3.....      | 38 |
| Tabel 4.7. Data Hasil Pengujian Kekasaran Raster C1.....         | 40 |
| Tabel 4.8. Data Hasil Pengujian Kekasaran Raster C2.....         | 40 |
| Tabel 4.9. Data Hasil Pengujian Kekasaran Raster C3.....         | 41 |

## Daftar lampiran

Lampiran 1. Foto mesin cnc dan bahan kayu.

Lampiran 2. Foto proses pengujian.

Lampiran 3. Foto hasil pengujian.

# **ANALISIS PENGARUH TOOLPATH PADA PEMBUATAN KACAMATA KAYU DENGAN MESIN CNC MILLING ROUTER 3 AXIS**

**Sofyan Kurniawan**

Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol Pos I Pabelan, Kartasura

Email : [kurniawansofyan17@gmail.com](mailto:kurniawansofyan17@gmail.com)

## **ABSTRAKSI**

*Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi toolpath pada pembuatan kaca mata kayu hasil pemesinan CNC milling router 3 axis pada material kayu, terhadap kekasaran permukaan yang dihasilkan dalam satuan (Ra) mana hasilnya yang baik.*

*Penelitian ini menggunakan bahan kayu mahoni dan menggunakan mesin CNC milling router 3 axis dengan kontrol mach 3, proses pemesinan dilakukan dengan variasi toolpath, dan pengujian kekasaran permukaan menggunakan alat uji kekasaran (Roughness Tester Tipe TR200 dengan standar ISO).*

*Hasil penelitian menunjukkan ketika arah pahat searah dengan serat kayu dan lintasan pahat lebih panjang dalam proses pemesinan CNC router 3 axis pada spesimen kayu menghasilkan angka kekasaran yang rendah, sebaliknya ketika arah pahat melawan serat kayu dan lintasan pahat pendek menghasilkan nilai kekasaran yang tinggi, tingkat kekasaran permukaan pada proses pemesinan CNC Milling Router 3 Axis dengan material kayu menghasilkan tingkat kekasaran antara N8 sampai dengan N9.*

*Kata Kunci : Toolpath, Kayu, CNC milling Router 3 Axis, Kekasaran.*

# **ANALYSIS THE EFFECT OF TOOLPATH ON MAKING WOODEN SOUVENIRD WITH CNC MILLING ROUTER 3 AXIS**

**Sofyan Kurniawan**

Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol Pos I Pabelan, Kartasura

Email : [kurniawansofyan17@gmail.com](mailto:kurniawansofyan17@gmail.com)

## **ABSTRACT**

*The objective of this research is to know the effect of toolpath variation on the manufacture of sunglasses for machining of CNC milling router 3 axis on wood material, to the surface roughness produced in unit (Ra) where the result is good.*

*This research uses mahogany wood and using CNC machine milling 3 axis router with mach 3 control, machining process done with toolpath variation, and surface roughness testing using Roughness Tester Type TR200 with ISO standard.*

*The results showed that the direction of the chisel in the direction of wood fiber and the longer chisel path in the machining process of the 3 axis CNC router on the wooden specimen yielded a low roughness number, whereas the direction of the tool against wood fibers and short chisel trajectories yielded high roughness values, the surface of the machining process of CNC Milling Router 3 Axis with wood material produces roughness levels between N8 and N9.*

*Keyword : Toolpath, Wood, CNC Milling Router 3 Axi, Roughnesss*