

**OPTIMASI PARAMETER PERMESINAN MATERIAL X dan Y
UNTUK PRODUK *INSOLE* MENGGUNAKAN MESIN CNC**

TUGAS AKHIR

**Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana Teknik Industri**



ABET ADHY ANTHONY

13 06 07457

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
YOGYAKARTA**

2017

**OPTIMASI PARAMETER PERMESINAN MATERIAL X dan Y
UNTUK PRODUK *INSOLE* MENGGUNAKAN MESIN *CNC***

TUGAS AKHIR

**Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana Teknik Industri**



ABET ADHY ANTHONY

13 06 07457

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
YOGYAKARTA**

2017

HALAMAN PENGESAHAN

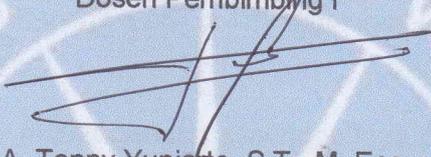
Tugas Akhir berjudul
**Optimasi Parameter Permesinan Material X dan Y untuk
Produk *Insole* Menggunakan Mesin CNC**

yang disusun oleh
Abet Adhy Anthony

13 06 07457

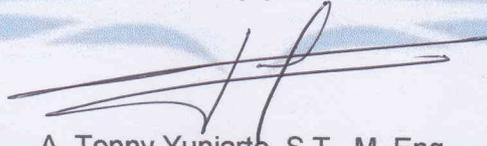
dinyatakan telah memenuhi syarat pada tanggal 27 November 2017

Dosen Pembimbing I



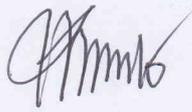
A. Tonny Yuniarto, S.T., M. Eng.

Tim Penguji,
Penguji 1,



A. Tonny Yuniarto, S.T., M. Eng.

Penguji 2,



Ir. B. Kristyanto, M.Eng., Ph.D.,

Penguji 3,



Brillianta Budi Nugraha, S.T., M.T.

Yogyakarta, 27 November 2017

Universitas Atma Jaya Yogyakarta,

Fakultas Teknologi Industri,

Dekan,



Dr. A. Teguh Siswanto, M. Sc.

PERNYATAAN ORIGINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Abet Adhy Anthony

NPM : 13 06 07457

Dengan ini menyatakan bahwa tugas akhir saya dengan judul "Optimasi Parameter Pemesinan Material X dan Y untuk Produk *Insole* Menggunakan Mesin CNC" merupakan hasil penelitian saya semester genap Tahun Akademik 2017/2018 yang bersifat original dan tidak mengandung *plagiasi* dari karya manapun.

Bilamana dikemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku termasuk dicabut gelar Sarjana yang telah diberikan Universitas Atma Jaya Yogyakarta kepada saya.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenar – benarnya.

Yogyakarta, 27 November 2017

Yang menyatakan,



Abet Adhy Anthony

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas berkat kasih karunia-Nya, penulis dapat menyusun dan menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik dan tepat pada waktunya. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk mencapai derajat Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Penyusunan, pelaksanaan dan selesainya Tugas Akhir ini tidaklah lepas dari bantuan oleh beberapa pihak, baik itu secara langsung maupun tidak langsung. Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada :

1. Orangtua dan keluarga penulis yang selalu memberikan kritikan, arahan, saran, bimbingan dan dorongan untuk selalu tekun dan bersemangat dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Dr. Drs. A. Teguh Siswanto, M.Sc. sebagai Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
3. Bapak V. Ariyono, S.T., M.T. selaku Kepala Program Studi Teknik Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
4. Bapak Tonny Yuniarto S.T., M.Eng. selaku pembimbing utama dan Kepala Laboratorium Proses Produksi Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah membimbing, memberikan kritik dan saran yang membangun dalam pengerjaan hingga penyelesaian Tugas Akhir serta sebagai penyedia fasilitas.
5. Bapak Paulus Wisnu Anggoro, S.T., M.T. atas kesediaannya untuk menjadi pembimbing informal yang selama ini selalu memberikan arahan, pandangan, informasi, dan saran yang membangun dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.
6. Bapak K. Budi Purwanto selaku laboran di Laboratorium Proses Produksi yang selalu memberikan arahan serta masukan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.
7. Prof. Dr. Ret, A. Prihantoro Bayuseno, M.Sc. yang telah bersedia meluangkan waktu dan tenaganya untuk memberikan wawasan dan ide dalam penulisan Tugas Akhir ini serta bersedia menerima penulis sebagai anggota tim riset CARESystem on ISOp_DM.
8. Dr. Jamari, S.T., M.T. yang telah bersedia meluangkan pikiran, tenaga, dan waktunya untuk memberikan gagasan dalam penulisan Tugas Akhir ini serta bersedia menerima penulis sebagai anggota tim riset CARESystem on ISOp_DM

9. CV. TA Machinery selaku *supplier cutting tools* yang telah bersedia menyediakan *cutter* yang diperlukan pada pelaksanaan permesinan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.
10. PT. Delcam Indonesia selaku *supplier software CAD/CAM* yang telah menyediakan *software PowerShape 2016* dan *PowerMill 2016* dalam proses penelitian dalam Tugas Akhir.
11. Teman – teman penulis : Grup “CAD/CAM PP”, Grup “Ora Pegas Ora Saru”, Grup “*Ximdjel Hunter*”, Grup “*Djingzeng Community*”, yang selalu memberikan motivasi, semangat, dorongan, dan saran – saran yang membangun, sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
12. Banyak pihak yang berhubungan dan tidak dapat disebutkan semuanya.

Akhir kata penulis mengharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi orang lain dan diharapkan untuk memberikan saran agar laporan ini dapat menjadi lebih baik untuk kedepannya.

Yogyakarta, 27 November 2017

Abet Adhy Anthony

DAFTAR ISI

| | | |
|-----|--|------|
| BAB | JUDUL | |
| | HALAMAN JUDUL | i |
| | HALAMAN PENGESAHAN | ii |
| | PERNYATAAN ORIGINALITAS | iii |
| | KATA PENGANTAR | iv |
| | DAFTAR ISI | vi |
| | DAFTAR GAMBAR | viii |
| | DAFTAR TABEL | ix |
| | INTISARI | x |
| 1 | PENDAHULUAN | 1 |
| | 1.1. Latar Belakang | 1 |
| | 1.2. Perumusan Masalah | 2 |
| | 1.3. Tujuan | 3 |
| | 1.4. Batasan Penelitian | 3 |
| 2 | TINJAUAN PUSTAKA | 5 |
| | 2.1. Penelitian Terdahulu | 5 |
| | 2.2. Penelitian Sekarang | 8 |
| | 2.3. Dasar Teori | 9 |
| 3 | METODOLOGI PENELITIAN | 23 |
| | 3.1. Identifikasi Masalah | 23 |
| | 3.2. Studi Pustaka | 23 |
| | 3.3. Studi Lapangan | 24 |
| | 3.4. Parameter Kondisi Pemotongan | 24 |
| | 3.5. Eksperimen | 25 |
| | 3.6. Olah Data <i>Ra</i> Menggunakan <i>Software Minitab</i> | 25 |
| | 3.7. Pembahasan | 25 |
| | 3.8. Kesimpulan | 25 |
| 4 | PROFIL DATA | 29 |
| | 4.1. Eksperimen <i>Setup</i> | 29 |

| | |
|---|----|
| 4.2. Data Eksperimen | 32 |
| 4.3. Data Proses Manufaktur <i>Insole</i> Pada Mesin <i>CNC</i> | 44 |
| 5 ANALISIS DAN PEMBAHASAN | 56 |
| 5.1. Analisis Perlakuan Material | 56 |
| 5.2. Analisis <i>PowerMill</i> dan <i>CNC</i> | 59 |
| 5.3. Analisis <i>Signal to Noise</i> dan <i>Means</i> dari Nilai <i>Ra</i> | 61 |
| 5.4. <i>Analysis of Varians</i> dan Efek dari Faktor - Faktor yang Mempengaruhi Repon yang Diukur | 62 |
| 5.5. Analisis Penentuan Parameter Pemotongan yang Optimal Berdasarkan Metode Taguchi | 63 |
| 5.6. <i>Machinability</i> Material X dan Y Dibanding Material <i>EVA Rubber</i> | 66 |
| 6 KESIMPULAN | 67 |
| 6.1. Kesimpulan | 67 |
| 6.2. Saran | 67 |
| DAFTAR PUSTAKA | 68 |
| LAMPIRAN | 72 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 2.1. Pandangan atas dan bawah dengan lebar toleransi 2 mm <i>insole shoe orthotic for diabets people</i> | 5 |
| Gambar 2.2. Distribusi tekan yang berbeda antara sepatu biasa (sebelah kiri) dengan sepatu <i>orthotic</i> (sebelah kanan) | 10 |
| Gambar 2.3. Foam Box | 11 |
| Gambar 2.4. <i>Software PowerShape 2016</i> | 12 |
| Gambar 2.5. <i>User Interface Software PowerShape 2016</i> | 13 |
| Gambar 2.6. Menu Module Pada <i>PowerShape 2016</i> | 13 |
| Gambar 2.7. <i>Software PowerMill 2016</i> | 14 |
| Gambar 2.8. <i>User Interface PowerMill 2016</i> | 14 |
| Gambar 2.9. Strategi <i>Roughing 3D Area Clearance</i> Pada <i>PowerMill 2016</i> | 15 |
| Gambar 2.10. Strategi <i>Finishing</i> Pada <i>PowerMill 2016</i> | 16 |
| Gambar 2.11. Mesin <i>CNC Roland Modela MDX - 40R</i> | 17 |
| Gambar 2.12. <i>NC – Code</i> pada mesin <i>CNC Roland Modela MDX – 40R</i> | 21 |
| Gambar 3.1. <i>Flowchart</i> Metodologi Penelitian | 26 |
| Gambar 4.1. <i>3D Model Insole</i> | 29 |
| Gambar 4.2. <i>Eva Rubber Tipe X dan Y</i> | 30 |
| Gambar 4.3. Mesin <i>CNC Rolland Modela MDX – 40R</i> | 31 |
| Gambar 4.4. Kurva <i>Main Effects Plot for Means Left Foot</i> | 40 |
| Gambar 4.5. Kurva <i>Main Effects Plot for SN ratios Left Foot</i> | 41 |
| Gambar 4.6. Kurva <i>Effects Plot for Means Right Foot</i> | 41 |
| Gambar 4.7. Kurva <i>Main Effect Plot for SN ratios Right Foot</i> | 42 |
| Gambar 4.8. Hasil Permesinan Pada Mesin <i>CNC Roland Modella MDX–40R</i> | 55 |
| Gambar 5.1. Lilitan <i>Chips EVA Rubber</i> pada <i>Cutter EndMill</i> ketika Proses <i>Roughing</i> | 57 |
| Gambar 5.2. Grafik Hubungan Antara Respon Eksperimen dan Nilai Prediksi Untuk Nilai <i>Ra</i> Rata – Rata | 65 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 2.1. Spesifikasi Mesin <i>CNC Roland Modela MDX – 40R</i> | 18 |
| Tabel 4.1. Tabel Rata – Rata Nilai Kekerasan Material | 30 |
| Tabel 4.2. Parameter Kondisi Pemotongan <i>EVA Rubber</i> | 32 |
| Tabel 4.3. <i>Blank Orthogonal Array L₁₈ 2x3⁴</i> | 32 |
| Tabel 4.4. <i>Full Orthogonal Array L₁₈ 2x3⁴</i> | 34 |
| Tabel 4.5. ANOVA untuk nilai <i>S/N ratio</i> dan <i>rho%</i> | 40 |
| Tabel 4.6. Tabel Respon <i>Means and Signal to Noise Ratios</i> Dengan Nilai Terkecil Pada Kaki Kiri Pasien <i>Deformities Foot</i> | 42 |
| Tabel 4.7. Tabel Respon <i>Means and Signal to Noise Ratios</i> Dengan Nilai Terkecil Pada Kaki Kanan Pasien <i>Deformities Foot</i> | 43 |
| Tabel 4.8. Kondisi Pemotongan Optimal Kaki Kiri Pasien <i>Deformities Foot</i> | 43 |
| Tabel 4.9. Kondisi Pemotongan Optimal Kaki Kanan Pasien <i>Deformities Foot</i> | 44 |
| Tabel 5.1. Perbandingan Hasil Eksperimen dan Nilai Prediksi Dengan Menggunakan Metode <i>Taguchi</i> | 65 |
| Tabel 5.2. Perbandingan Waktu Pengerjaan | 66 |

INTISARI

Beberapa orang mengalami bentuk kaki yang tidak normal. Kelainan kaki ini sering disebut dengan *deformities foot*. Hal ini berhubungan dengan persebaran distribusi tekan pada telapak kaki yang tidak normal, sehingga menyebabkan kaki sering merasa sakit. Oleh karena itu penderita memerlukan desain *insole* khusus yang sesuai dengan bentuk kaki.

Pembuatan *insole* dengan bahan *Ethylene Vinyl Acetate (EVA) rubber foam* lokal dapat dilakukan dengan baik pada penelitian sebelumnya, namun waktu untuk menghasilkan satu pasang *insole* cukup lama. PT. Sentra Rehabilitasi Jakarta mengusulkan menggunakan material impor dari Jerman, sebagai pengganti *EVA rubber foam* lokal yang dinilai memiliki *machinability* lebih baik.

Teknologi *Computer Aided Manufacturing (CAM)* berkembang pesat sebagai *software* yang mampu menciptakan proses produksi secara otomatis dengan basis mesin terotomasi untuk mendapatkan tingkat ukuran yang lebih presisi. *PowerMill 2016* merupakan *software CAM* yang digunakan pada penelitian ini. Dengan *software* ini mampu menghasilkan perintah yang nantinya digunakan pada mesin *CNC* untuk melakukan proses permesinan pada produk *insole*.

Penelitian ini mampu menunjukkan bahwa material usulan dari PT. Sentra Rehabilitasi Jakarta memiliki *machinability* lebih baik dibandingkan dengan material *EVA rubber foam* lokal yang digunakan oleh penelitian sebelumnya dan mampu menghasilkan nilai kekasaran permukaan yang hampir sama. Sehingga material ini dapat diusulkan sebagai material *insole* berikutnya.

Eksperimen dan pengolahan dengan menggunakan metode *taguchi* yang telah dilakukan menghasilkan kondisi parameter pemotongan yang optimal pada proses manufaktur *insole*, yaitu pada *type of material X* (level 1), *spindle speed* 14000 (level 2), *step over* 0,25 (level 3), *feedrate* 800 (level 1), *toolpath raster* 45 (level 2) untuk kaki kiri dan *type of material Y* (level 2), *spindle speed* 15000 (level 3), *step over* 0,15 (level 1), *feedrate* 850 (level 2), *toolpath raster* 45 (level 2) untuk kaki kanan.

Kata kunci : *Ethylene Vinyl Acetate (EVA) rubber foam*, *Computer Aided Manufacturing (CAM)*, *CNC Roland Modela MDX – 40R*, *Insole*