

**ANALISIS ELEMEN HINGGA PADA KASUS MEKANIKA
KONTAK KAKI DENGAN *INSOLE* UNTUK PENDERITA
*METATARSALGIA***

TUGAS AKHIR

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



**Yusuf Joko Mulyono
13 06 07328**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
2018**

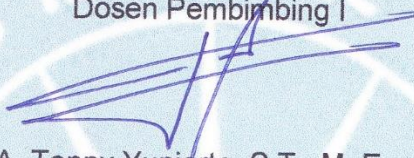
HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul
**ANALISIS ELEMEN HINGGA PADA KASUS MEKANIKA KONTAK
KAKI DENGAN *INSOLE* UNTUK PENDERITA *METATARSALGIA***

yang disusun oleh
Yusuf Joko Mulyono
13 06 07328

dinyatakan telah memenuhi syarat pada tanggal 9 Januari 2018

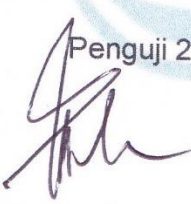
Dosen Pembimbing I


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

Tim Penguji,
Penguji 1,


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

Penguji 2,


Dr. A. Teguh Siswanto, M. Sc.

Penguji 3,


Kristanto Agung N, S.T., M.Sc.

Yogyakarta, 9 Januari 2018

Universitas Atma Jaya Yogyakarta,

Fakultas Teknologi Industri,

Dekan,


Dr. A. Teguh Siswanto, M. Sc.

PERNYATAAN ORIGINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Yusuf Joko Mulyono

NPM : 130607328

Dengan ini menyatakan bahwa tugas akhir saya dengan judul “Analisis Element Hingga pada Kasus Mekanika Kontak Kaki Dengan Insole untuk Penderita *Metatarsalgia*” merupakan hasil penelitian saya semester gasal 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 diberikan Universitas Atma Jaya Yogyakarta kepada saya.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenar-benarnya

Yogyakarta, 9 Januari 2018

Yang menyatakan,

Yusuf Joko Mulyono

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis haturkan kepada Tuhan yang Maha Esa atas berkat, rahmat dan kasih karunia-Nya, penulis bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik dan selesai sesuai dengan rencanaNya. Tugas Akhir ini dibuat sebagai salah satu syarat kelulusan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Industri pada Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan beberapa pihak yang setia menunggu dan mendukung penulis hingga penulis dapat menyelesaikan laporan ini. Dan pada kesempatan kali ini penulis ingin mengucapkan beberapa ucapan terima kasih kepada pihak – pihak yang telah membantu penulis antara lain kepada :

1. Tuhan Yesus yang telah menyertai penulis dan telah memberikan hikmat kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Orang Tua, nenek beserta keluarga lainnya yang telah sangat mendukung dalam segala aspek untuk dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
3. Bapak Dr. Drs. A. Teguh Siswantoro, M.Sc. sebagai Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
4. Bapak V. Ariyono, S.T., M.T. selaku Kepala Program Studi Teknik Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
5. Bapak Tonny Yuniarto S.T., M.Eng. selaku pembimbing Tugas Akhir dan Kepala Laboratorium Proses Produksi Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah membimbing, memberi kritik dan saran dalam pengerjaan hingga penyelesaian Tugas Akhir ini.
6. Bapak Paulus Wisnu Anggoro, S.T., M.T. atas kesediaannya untuk menjadi pembimbing informal yang selama ini sangat membantu dalam memberikan arahan, pandangan, informasi, dan saran yang membangun dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.
7. Bapak K. Budi Purwanto selaku laboran di Laboratorium Proses Produksi yang memberikan bantuan, nasihat dan arahan selama menjalani pengerjaan Tugas Akhir ini.
8. Irene Septin Maharani yang telah memberikan cinta, kasih sayang dan dukungan dalam segala hal dalam pembuatan laporan Tugas Akhir.

9. Teman – teman “Skripsi Februari” yang telah mendukung dan saling membantu dalam pengerjaan skripsi ini.
10. Teman – teman proyek “PP Crew” yang telah memberi dukungan.
11. Dan pihak lain yang tidak dapat penulis sampaikan satu persatu.

Akhir kata, penulis berharap laporan ini dapat digunakan dengan sebaik – baiknya dan dapat bermanfaat bagi para pembaca. Apabila terdapat kesalahan baik dari kata – kata ataupun kalimat yang tidak sengaja ditulis oleh penulis mohon dimaafkan. Dan apabila terdapat kritik dan saran yang dapat membangun penulis menjadi lebih baik lagi dapat disampaikan kedepannya.

Yogyakarta, 09 Januari 2018

Yusuf Joko Mulyono

DAFTAR ISI

BAB	JUDUL	
	HALAMAN JUDUL	i
	HALAMAN PENGESAHAN	ii
	PERNYATAAN ORIGINALITAS	iii
	KATA PENGANTAR	iv
	DAFTAR ISI	vi
	DAFTAR TABEL	viii
	DAFTAR GAMBAR	ix
	INTISARI	x
1	PENDAHULUAN	1
	1.1. Latar Belakang	1
	1.2. Perumusan Masalah	3
	1.3. Tujuan Penelitian	3
	1.4. Batasan Masalah	4
2	TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	5
	2.1. Penelitian Terdahulu	5
	2.2. Penelitian Sekarang	7
	2.3. Dasar Teori	11
	2.4. <i>Material Properties</i>	18
3	METODOLOGI PENELITIAN	20
	3.1. Dasar Penelitian	20
	3.2. Alat dan Bahan Penelitian	20
	3.3. Metodologi Penelitian	21
	3.4. Identifikasi Masalah	24
	3.5. Studi Pustaka	24
	3.6. Pengambilan Data	24
	3.7. Penentuan Parameter Model	25
	3.8. Pembuatan Pemodelan dengan Abaqus 6.13	26
	3.9. <i>Pre – Processing</i>	26
	3.10. Pembahasan	28

3.11. Kesimpulan	28
4 DATA	29
4.1. Data <i>3D Insole Shoe Orthotic</i>	29
4.2. Data <i>Metatarsal Pad</i>	30
4.3. Laboratorium Proses Produksi Teknik Industri UAJY	31
4.4. Data Pasien <i>High Heel</i>	32
4.5. <i>Ethylene Vynil Acetate (EVA) Rubeer Foam</i>	33
4.6. Perbesaran <i>Width Insole Shoe Orthotic</i>	34
4.7. Data Tinggi <i>Metatarsal Pad</i>	34
4.8. Data Eksperimen	35
4.9. Langkah – langkah Proses Pencarian Data	45
4.10. Hasil Simulasi dengan <i>Software Abaqus 6.13</i>	58
5 ANALISIS <i>FINITE ELEMENT</i> PADA <i>INSOLE METATARSALGIA PAD</i>	62
5.1. Analisis Penggunaan <i>Software Abaqus</i> pada Penelitian	62
5.2. Analisis Kelainan Kaki <i>Metatarsalgia</i>	63
5.3. Analisis Pemilihan Faktor Penelitian	65
5.4. Hasil <i>Full Analysis Insole Shoe Orthotic</i>	66
5.5. Analisis <i>Signal to Noise</i> dan <i>Means</i> dari nilai <i>Von Misses</i>	67
5.6. <i>Analysis of Variant</i> dan Pengaruh yang Ditimbulkan oleh Faktor – Faktor yang Digunakan	68
5.7. Analis Pemihan Desain <i>Insole Shoe Orthotic</i> yang Optimal Berdasarkan Metode <i>Taguchi</i>	69
6 KESIMPULAN DAN SARAN	71
6.1. Kesimpulan	71
6.2. Saran	71
DAFTAR PUSTAKA	72
LAMPIRAN	74

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Dimensi <i>3D Insole Shoe Orthotic</i>	8
Tabel 2.2 Spesifikasi Umum Abaqus 6.13	13
Tabel 2.3 Spesifikasi Tambahan Abaqus 6.13	14
Tabel 2.4 Spesifikasi untuk melihat Dokumentasi Online Abaqus 6.13	15
Tabel 2.5 Spesifikasi Lain Abaqus 6.13	16
Tabel 3.1 Nilai Parametar dari Material yang digunakan	25
Tabel 4.1 Dimensi <i>3D Insole Shoe Orthotic</i>	29
Tabel 4.2. Posisi <i>Metatarsal Pad</i> berdasarkan Chen (2015)	30
Tabel 4.3. Data Pasien <i>High Heel</i>	32
Tabel 4.4. Data Karakteristik <i>EVA Rubber</i>	33
Tabel 4.5. Perbesaran <i>Width</i> pada <i>Insole Shoe Orthotic</i>	34
Tabel 4.6. <i>Blank Orthogonal Array</i> $L_9 3 \times 3^2$	36
Tabel 4.7. <i>Full Orthogonal Array</i> $L_9 3 \times 3^2$	36
Tabel 4.8. <i>Response Table</i> for Means	37
Tabel 4.9. <i>Response Table</i> for SN Ratio	38
Tabel 4.10. ANOVA untuk nilai means	38
Tabel 4.11. Nilai <i>V.Mises Insole Shoe Orthotic</i> Perbesaran 0	39
Tabel 4.12. Nilai <i>V.Mises Insole Shoe Orthotic</i> Perbesaran 0,75	41
Tabel 4.13. Nilai <i>V.Mises Insole Shoe Orthotic</i> Perbesaran 1,5	43
Tabel 5.1. Ringkasan Hasil Perhitungan <i>Confidence Interval</i>	70
Tabel 5.2. Perbandingan Hasil Eksperimen dan Nilai Prediksi Dengan Menggunakan Metode <i>Taguchi</i>	70

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Laptop yang digunakan	20
Gambar 3.2 Grafik Laptop yang digunakan	21
Gambar 3.3. <i>Flowchart</i> Metologi Penelitian	22
Gambar 4.1 Dimensi <i>Insole Shoe Orthotic</i>	29
Gambar 4.2 Posisi <i>Metatarsal Pad</i> berdasarkan Chen (2015)	30
Gambar 4.3 Denah Laboratorium Proses Produksi UAJY	32
Gambar 4.4 Pandangan Atas <i>Insole Shoe Orthotic</i>	35
Gambar 4.5 Pandangan Isometri <i>Insole Shoe Orthotic</i>	35
Gambar 4.6. Grafik <i>Data Means for Means</i>	37
Gambar 4.7. Grafik <i>Data Means for SN Ratio</i>	38
Gambar 4.8. Pengaruh yang Diterima <i>Insole Shoe Orthotic</i> Pada Perbesaran 0	40
Gambar 4.9. Grafik Nilai <i>V.Mises Insole Shoe Orthotic</i> Perbesaran 0	41
Gambar 4.10. Pengaruh yang Diterima <i>Insole Shoe Orthotic</i> Pada Perbesaran 0,75	42
Gambar 4.11. Grafik Nilai <i>V.Mises Insole Shoe Orthotic</i> Perbesaran 0,75	42
Gambar 4.12. Pengaruh yang Diterima <i>Insole Shoe Orthotic</i> Pada Perbesaran 1,5	43
Gambar 4.13. Grafik Nilai <i>V.Mises Insole Shoe Orthotic</i> Perbesaran 1,5	44
Gambar 4.14 Visualisasi Simulasi Eksperimen 1	58
Gambar 4.15 Visualisasi Simulasi Eksperimen 2	58
Gambar 4.16 Visualisasi Simulasi Eksperimen 3	59
Gambar 4.17 Visualisasi Simulasi Eksperimen 4	59
Gambar 4.18 Visualisasi Simulasi Eksperimen 5	60
Gambar 4.19 Visualisasi Simulasi Eksperimen 6	60
Gambar 4.20 Visualisasi Simulasi Eksperimen 7	61
Gambar 4.21 Visualisasi Simulasi Eksperimen 8	61
Gambar 5.1 <i>Insole</i> dengan Bantalan Kaki <i>Metatarsal</i>	65
Gambar 5.2. Nilai <i>Von Misses</i> Hasil Simulasi Mekanika Kontak	67

INTISARI

Banyak orang tidak sadar apabila pemakaian sepatu *high heel* atau sepatu bertumit yang terlalu lama dapat menyebabkan nyeri pada kaki, bahkan hingga terjadi kelainan pada kaki. Salah satu penyakit yang menyerang bagian telapak kaki khususnya bagian *metatarsal* head adalah kelainan kaki *metatarsalgia*. Dari kasus tersebut, maka penelitian ini dibuat dengan tujuan agar penderita kelainan kaki *metatarsalgia* dapat memiliki alas kaki sesuai dengan telapak kakinya sehingga dapat mengurangi rasa sakit yang diterima oleh kaki.

Pembuatan alas kaki khusus penderita kelainan kaki *metatarsalgia* masih sangat jarang ditemukan. Alas kaki ini dapat mengurangi rasa sakit dan memberikan rasa nyaman bagi penderita kelainan kaki *metatarsalgia*. Pembuatan *insole shoe orthotic* ini menggunakan material *EVA Rubber Foam* dan dibuat dengan beberapa variasi yang akan dianalisis lalu kemudian dipilih kombinasi *insole shoe orthotic* yang paling optimal. Dalam pencarian *insole shoe* yang paling optimal, metode yang digunakan adalah *Finite Element Analysis* yang dibantu dengan menggunakan *software* ABAQUS 6.13 kemudian diproses menggunakan metode statistika *Taguchi* untuk memperoleh desain *insole shoe orthotic* yang paling optimal.

Dari hasil penelitian ini, didapatkan bahwa desain *insole shoe orthotic* yang terbaik adalah *insole shoe orthotic* dengan perbesaran 0,75 tanpa menggunakan *metatarsal pad* (MP). Hasil penelitian ini diperoleh dari hasil simulasi dengan menggunakan *software* ABAQUS 6.13 dengan melihat nilai *von.misses* yang terkecil dan diperkuat oleh hasil analisis *taguchi* yang mendukung bahwa desain *insole shoe* yang paling optimal adalah *insole shoe orthotic* perbesaran 0,75.

Kata kunci : Metatarsal Pad, Insole Shoe Orthotic, Finite Element Analysis (FEA), Computer Aided Engineering (CAE)