

**PERBAIKAN DESAIN *INSOLE ORTHOTIC* MENGGUNAKAN
CURVE BASED SURFACE MODELLING DARI *3D MESH* KE
*3D SOLID MODEL***

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan

Mencapai derajat Sarjana Teknik Industri



ANGGA WICAKSONO

13 06 07458

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

2017

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul
"PERBAIKAN DESAIN *INSOLE ORTHOTIC* MENGGUNAKAN *CURVE BASED SURFACE MODELLING* DARI *3D MESH* KE *3D SOLID MODEL*"

Yang disusun oleh:
Angga Wicaksono
13 06 07458

Dinyatakan telah memenuhi syarat pada tanggal 17 Juli 2017

Dosen Pembimbing 1



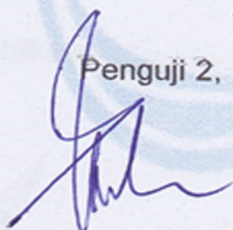
A. Tonny Yuniarto, S.T., M.Eng.

Tim Penguji,
Penguji 1



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

Penguji 2,



Dr. A. Teguh Siswanto, M.Sc.

Penguji 3,



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

Yogyakarta, 19 Juli 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 : Angga Wicaksono

NPM : 13 06 07458

Dengan ini menyatakan bahwa tugas akhir saya dengan judul "Perbaikan Desain *Insole Orthotic Menggunakan Curve Based Surface Modelling Dari 3D Mesh Ke 3D Solid Model*" merupakan hasil penelitian saya pada Tahun Akademik 2016/2017 yang bersifat original dan tidak mengandung *plagiasi* dari karya manapun.

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

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

Yogyakarta, 17 Juli 2017

Yang menyatakan,



Angga Wicaksono

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa atas berkat dan karunia-Nya dalam proses pembuatan tugas akhir sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Tugas Akhir yang disusun dengan judul “Perbaikan Desain *Insole Orthotic* Menggunakan *Curve Based Surface Modelling* Dari 3D *Mesh* Ke 3D *Solid Model*” merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Pelaksanaan Tugas Akhir dari awal hingga selesai tidak lepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang kepada:

1. Tuhan Yesus Kristus atas segala berkat serta kelancaran dalam penyusunan tugas akhir ini.
2. Bapak Dr. A. Teguh Siswanto, M.Sc. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Atma Jaya Yogyakarta dan Bapak V. Ariyono, S.T., M.T. selaku Kepala Program Studi Teknik Industri, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
3. Bapak Tonny Yuniarto, S.T., M.Eng., atas kesediaannya menjadi pembimbing I yang sedianya memberikan arahan, informasi, kritik, dan saran dalam penyelesaian tugas akhir ini.
4. Bapak Paulus Wisnu Anggoro, S.T., M.T., yang selalu memberikan pengetahuan, pengalaman, dan bantuan dalam penyusunan tugas akhir ini.
5. Keluarga Tercinta: Bapak, Ibu dan Kakak atas dukungan dan doa yang telah diberikan.
6. Para Dosen dan Staf Fakultas Teknologi Industri atas pelayanan pendidikan yang diberikan.
7. Dera Indera yang selalu menemani, menasehati, memberikan dukungan dan doa saat pembuatan tugas akhir ini.
8. Keluarga besar asisten dosen peminatan 1 yang telah membantu memberikan dorongan semangat dan masukan: Mas Budi, Kak Johan, Kak Odilius, Kak Bonifilio, Kak Anne, Kak Angga, Cendy, Putro, Maria, Yovita, Mesty, Anggra, Joko, Agata, Veve, Pniel, Abet, Jati, Darryl, Nanda, Berto, Dhimas, Ganis, Vincent dan teman-teman lainnya yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

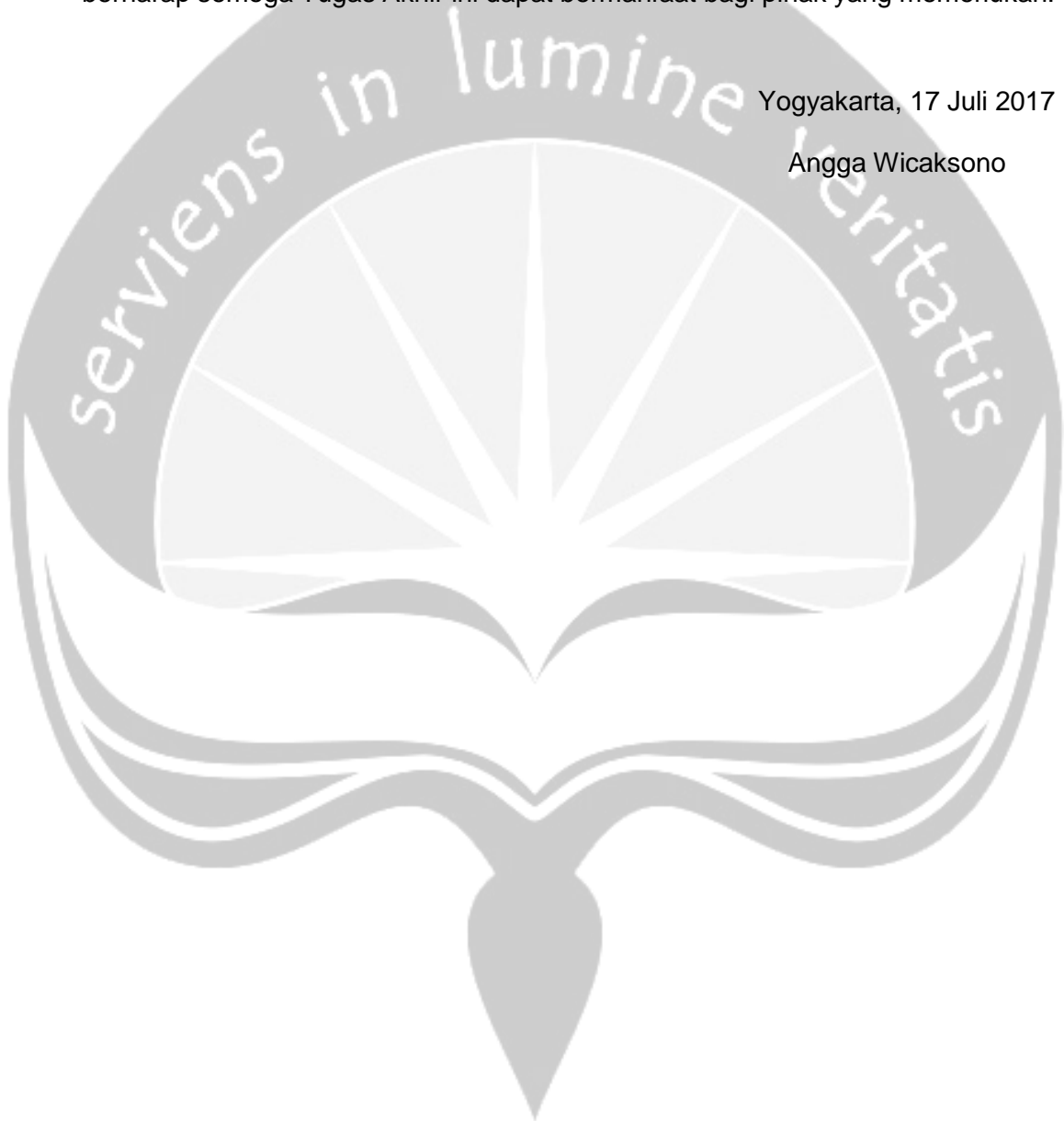
Mereka selalu memberi semangat dan bantuan kepada penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.

9. Dan masih banyak pihak yang tidak dapat disebutkan semuanya.

Penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna karena keterbatasan ilmu dan pengalaman yang dimiliki penulis. Penulis berharap Kritik dan saran yang membangun dari semua pihak untuk menyempurnakan tugas akhir ini. Penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pihak yang memerlukan.

Yogyakarta, 17 Juli 2017

Angga Wicaksono



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORIGINALITAS	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
INTISARI.....	xiii
BAB 1	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan	3
1.4. Batasan Masalah.....	3
BAB 2	5
2.1. Penelitian Terdahulu.....	5
2.2. Penelitian Sekarang.....	7
2.3. Dasar Teori.....	8
2.3.1. Kelainan pada Kaki.....	8
2.3.2. 3D Scan	9
2.3.3. <i>Computer Aided Design (CAD)</i>	10
2.3.4. <i>Polygon Mesh</i>	11
2.3.5. <i>Insole Orthotic</i>	11
2.3.6. <i>Curve Based Surface Modelling</i>	11
BAB 3	12
3.1. Tahapan Penelitian	12
3.1.1. Identifikasi Masalah	12
3.1.2. Studi Pustaka.....	12
3.1.3. Proses <i>Scanning</i>	12
3.1.4. Analisis Hasil <i>Scan</i>	13
3.1.5. Pembuatan Kaki <i>Solid</i>	13
3.1.6. Pembangkitan Model <i>Insole Solid</i>	13
3.1.7. Analisa Ukuran antara <i>Insole Orthotic</i> , kaki <i>mesh</i> , dan Kaki <i>Solid</i>	14

3.1.8. Kesimpulan.....	15
3.2. Pengumpulan Data.....	17
3.3. Alat dan Bahan Penelitian.....	17
BAB 4.....	20
4.1. Laboratorium Proses Produksi.....	20
4.2. Data Perangkat Lunak dan Perangkat Keras.....	21
4.2.1. <i>Handy Scan 700</i>	21
4.2.2. <i>NetFabb</i>	22
4.2.3. <i>PowerShape 2016</i>	22
4.2.4. Komputer.....	23
4.3. Profil Pasien.....	24
4.4. Data Kaki <i>Mesh</i>	25
4.5. Data Validasi <i>Mesh</i>	27
4.6. Data <i>Insole Orthotic</i>	29
4.7. Data Kaki <i>Meshlab</i> dan <i>FreeCAD</i>	30
4.8. Data <i>Comparison Analysis</i>	32
4.9. Data Ukuran Kaki.....	36
4.9.1. Data Ukuran Kaki <i>Mesh</i>	36
4.9.2. Data Ukuran Kaki <i>Solid</i>	39
4.10. Data Ukuran <i>Insole Orthotic</i>	42
BAB 5.....	46
5.1. Analisis Kaki Pasien Penderita Kelainan Kaki.....	46
5.2. Analisis Validasi <i>Mesh</i>	47
5.3. Analisis Pembuatan Kaki dengan <i>Meshlab</i> dan <i>FreeCAD</i>	50
5.4. Analisis Pembuatan <i>Solid Insole Orthotic</i>	55
5.5. Analisis Bentuk dan Ukuran Kaki.....	64
5.5.1. Analisis Bentuk dan Ukuran Kaki <i>Mesh</i>	65
5.5.2. Analisis Bentuk dan Ukuran Kaki <i>Solid</i> dengan <i>Meshlab</i> dan <i>FreeCAD</i>	65
5.5.3. Analisis Bentuk dan Ukuran <i>Insole Orthotic</i>	66
5.6. Analisis Penyimpangan Ukuran Kaki <i>Mesh</i> dengan Kaki <i>Solid</i>	67
5.7. Analisis Penyimpangan Ukuran Kaki <i>Mesh</i> , Kaki <i>Solid</i> , dan <i>Insole Orthotic</i>	68
BAB 6.....	77
6.1. Kesimpulan.....	77

6.2. Saran.....	77
DAFTAR PUSTAKA.....	78
LAMPIRAN.....	81



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1. <i>Flowchart</i> Metodologi Penelitian	16
Gambar 3.2. Spesifikasi <i>Handy Scan</i> 700	18
Gambar 3.3. Spesifikasi Komputer Lab Proses Produksi UAJY	19
Gambar 3.4. Kartu Grafis Komputer Lab Proses Produksi UAJY.	19
Gambar 4.1. Denah Laboratorium Proses Produksi Universitas Atma Jaya Yogyakarta	21
Gambar 4.2. <i>Handy Scan</i> 700	22
Gambar 4.3. Sistem yang Dibutuhkan <i>NetFabb</i> 2017	22
Gambar 4.4. Spesifikasi Umum Komputer	23
Gambar 4.5. Spesifikasi Kartu Grafis Komputer	24
Gambar 5.1. Pilihan Perbaikan <i>Automatic Repair NetFabb</i>	48
Gambar 5.2. Perubahan Nama <i>File</i>	48
Gambar 5.3. Informasi pada <i>Standar Analysis NetFabb</i>	49
Gambar 5.4. Proses Impor Kaki <i>Mesh</i>	51
Gambar 5.5. Hasil Impor	51
Gambar 5.6. Hasil Rekonstruksi <i>Mesh</i>	52
Gambar 5.7. Proses Ekspor <i>Mesh</i>	52
Gambar 5.8. Proses Impor <i>FreeCAD</i>	53
Gambar 5.9. Hasil Impor <i>FreeCAD</i>	53
Gambar 5.10. Jendela Toleransi <i>Surface</i>	54
Gambar 5.11. Jendela <i>Create Shape</i>	54
Gambar 5.12. Kaki <i>Solid FreeCAD</i>	55
Gambar 5.13. Proses Ekspor <i>Solid</i>	55
Gambar 5.14. Proses Impor	56
Gambar 5.15. Hasil Impor Kaki <i>Mesh</i>	56
Gambar 5.16. Proses <i>Oblique</i>	57
Gambar 5.17. Hasil Kurva <i>Oblique</i> dan Kaki <i>Mesh</i>	58
Gambar 5.18. Hasil Kurva <i>Oblique</i>	58
Gambar 5.19 Proses Pemotongan Kurva	59
Gambar 5.20 Pembuatan Kurva Bantu Bagian Jari	59
Gambar 5.21 <i>Repoint Curve</i>	60
Gambar 5.22 <i>Smart Surface (From Sparate)</i>	61
Gambar 5.23 <i>Surface Editing</i>	62

Gambar 5.24 <i>Solid Insole</i>	62
Gambar 5.25 <i>Surface Solid Insole Orthotic</i>	63
Gambar 5.26 <i>Composite Curve Insole</i>	63
Gambar 5.27 <i>Solid Extrude</i>	64
Gambar 5.28 <i>Solid Insole Orthotic</i>	64



DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Kaki Pasien	24
Tabel 4.2. Lanjutan	25
Tabel 4.3. Kaki <i>Mesh</i>	26
Tabel 4.4. Lanjutan	27
Tabel 4.5. Validasi <i>Mesh NetFabb</i>	27
Tabel 4.6. Lanjutan	28
Tabel 4.7. Lanjutan	29
Tabel 4.8. <i>Solid Insole Orthotic</i>	29
Tabel 4.9. Lanjutan	30
Tabel 4.10. Kaki <i>Meshlab</i> dan <i>FreeCAD</i>	31
Tabel 4.11. Lanjutan	32
Tabel 4.12. <i>Comparison Analysis Color Map Meshlab</i> dan <i>FreeCAD</i> dengan <i>Mesh Asli</i>	32
Tabel 4.13. Lanjutan	33
Tabel 4.14. Lanjutan	34
Tabel 4.15. <i>Comparison Analysis Properties Meshlab</i> dan <i>FreeCAD</i> dengan <i>Mesh Asli</i>	34
Tabel 4.16. Lanjutan	35
Tabel 4.17. Lanjutan	36
Tabel 4.18. Tabel Ukuran Kaki <i>Mesh</i>	36
Tabel 4.19. Lanjutan	37
Tabel 4.20. Lanjutan	38
Tabel 4.21. Lanjutan	39
Tabel 4.22. Tabel Ukuran Kaki <i>Solid</i>	39
Tabel 4.23. Lanjutan	40
Tabel 4.24. Lanjutan	41
Tabel 4.25. Lanjutan	42
Tabel 4.26. Tabel Ukuran <i>Insole Orthotic</i>	42
Tabel 4.27. Lanjutan	43
Tabel 4. 28 Lanjutan	44
Tabel 4.29. Lanjutan	45
Tabel 5.1 Data Rata-rata Deviasi Kaki <i>Solid</i> dengan Kaki <i>Mesh</i>	67
Tabel 5. 2 Lanjutan	68

Tabel 5.3 Data Penyimpangan Kaki <i>Mesh</i> , Kaki <i>Solid</i> , dan <i>Insole Orthotic</i> Bagian Kiri	70
Tabel 5.4 Lanjutan	71
Tabel 5.5 Lanjutan	72
Tabel 5.6 Data Penyimpangan Kaki <i>Mesh</i> , Kaki <i>Solid</i> , dan <i>Insole Orthotic</i> Bagian Kiri	73
Tabel 5.7 Lanjutan	74
Tabel 5.8 Lanjutan	75



INTISARI

Teknologi CAD berperan penting dalam industri terutama pada bagian perancangan. Salah satu penerapan CAD adalah pada perancangan dan pengembangan produk sepatu. Sepatu selain sebagai alas kaki dapat juga dipakai sebagai alat kesehatan karena berhubungan dengan kaki. Bagian sepatu yang memiliki peran dalam kesehatan adalah *insole* karena bersinggungan langsung dengan telapak kaki. Pada kasus kelainan kaki dibutuhkan penanganan menggunakan *insole orthotic* untuk mengurangi dampak negatif kelainan kaki.

Proses pembuatan *insole orthotic* secara konvensional memiliki kekurangan dalam waktu proses yang lama, kemungkinan kesalahan yang besar dan hasil *insole* sulit untuk dianalisis. Penelitian terdahulu mengenai *insole* masih memiliki kekurangan terutama pada bagian metode dan proses perancangan *insole*. Pada penelitian-penelitian yang ada lebih menjelaskan pada analisis *insole* dan proses manufakturnya namun tidak terdapat penjelasan atau metode untuk pembuatan *insole* sehingga tidak diketahui bagaimana *insole* tersebut terbentuk.

Pada penelitian ini akan diterapkan *reverse engineering* (RE) pada pembuatan *insole* untuk penderita kelainan kaki. Proses RE memiliki tahapan antara lain *scan* 3D pada pasien lalu hasil *scan* 3D tersebut dilakukan verifikasi. Setelah *hasil scan valid* maka dilakukan pengubahan kaki *mesh* ke bentuk kaki *solid model* dan pembuatan *insole* dengan menggunakan metode *curve based surface modelling*. Hasil *insole solid model* memiliki ketelitian dan detail bentuk sama seperti kontur pada kaki pasien penderita kelainan kaki. Kaki *solid model* dilakukan perbandingan dengan kaki *mesh* dan *insole orthotic* dilakukan perbandingan dengan kaki *mesh* serta kaki *solid model* menggunakan bantuan *software*. Dari proses perbandingan tersebut dihasilkan penyimpangan dibawah satu milimeter sehingga dapat diproses dengan *adaptive manufacturing* atau *subtractive manufacturing*. Selain proses manufaktur hasil tersebut dapat dianalisis dengan *software* analisis lebih lanjut.

Kata Kunci: CAD, *insole orthotic*, *reverse engineering*, *curve based surface modelling*, *mesh*, *solid model*.