

# DESAIN ALAT PENOPANG TAPAK KAKI KELAINAN TALIPES VALGUS

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat  
untuk Melaksanakan Tugas Akhir pada  
Jurusan Teknik Mesin



*Disusun oleh:*

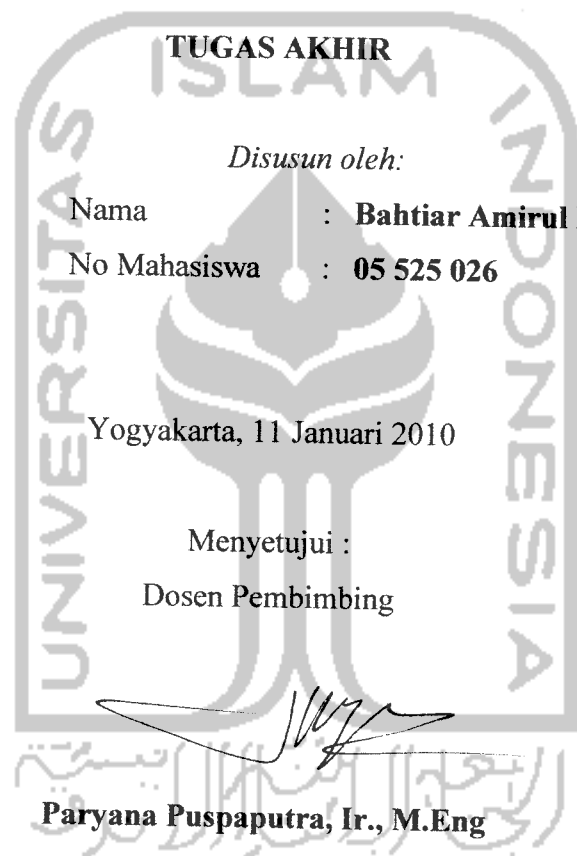
Nama : **Bahtiar Amirul Fahmi**

No Mahasiswa : **05 525 026**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

**2010**

**LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING**  
**DESAIN ALAT PENOPANG TAPAK KAKI**  
**KELAINAN *TALIPES VALGUS***



## LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

### DESAIN ALAT PENOPANG TAPAK KAKI KELAINAN *TALIPES VALGUS*

TUGAS AKHIR

*Disusun oleh:*

Nama : **Bahtiar Amirul Fahmi**

No Mahasiswa : **05 525 026**

Telah Dipertahankan Di Depan Sidang Penguji Sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin  
Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, Januari 2010

Tim Penguji :

Ir. Paryana Puspaputra, M.Eng



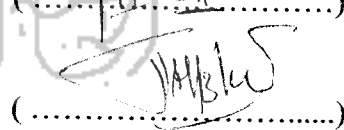
**Ketua**

Muhammad Ridlwan, ST., MT

**Anggota I**

Ir. Zakky Sulistiawan, M.Sc

**Anggota II**

()  
()  
()


Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



()  
Muhammad Ridlwan, ST., MT.

## HALAMAN PERSEMBAHAN

*Kupersembahkan Kepada :*

*Allah SWT yang telah mencurahkan rahmat, hidayah serta karunia-Nya.*

*Nabi Muhamad SAW sebagai teladan dalam menapaki kehidupan.*

*Bapak & Ibu*

*Yang selalu mendo'akan dari hembusan nafas pertamaku sampai saat ini,*

*Yang tak pernah letih kau menuang kasih sayang*

*Tak pernah letih kau memberi, mendidik,*

*menuntun setiap langkahku*

*jangan berhenti kau memberi*

*jangan berhenti do'amu mengalir untukku.*

*Pengorbananmu yang begitu besar takkan pernah terbalaskan olehku.*

*Semoga ALLAH SWT yang membalas kalian dengan limpahan rahmat*

*dan ridho-Nya, karena ketidak sanggupanku untuk bisa membalas*

*semuanya untuk selamanya.*

*I love you.*

*Mas Inin dan keluarga*

*Makasih buat kasih sayang, bimbingan, bantuan dan dukungan. Semoga*

*ALLAH SWT selalu memberikan rahmat dan ridho-Nya.*

*Amin.*

*Paklek Tanto, bulek Menuk, Apri, Ari, Astri dan semua keluarga*

*Terima kasih untuk semua bantuan, do'a dan perhatiannya.*

*Semoga ALLAH SWT membalas kalian dengan limpahkan rahmat dan*

*karunia-Nya. Amin.*

*Putri Satriani, terimakasih untuk semua detik, menit, jam, hari, bulan dan tahun penuh arti yang berisikan perhatian, kesetiaan, do'a, pengorbanan, cinta, dan kasih sayang. Tanpamu aku hanya seorang manusia biasa, tapi karenamu hidupku menjadi lebih berarti, penuh warna dan makna. Kamu adalah dunia dan semangatku. Semoga apa yang kita cita-citakan dan rencanakan dapat terwujud dengan segera.*  
Amin.

*Mas Isa, Mas Roby, Mas Uki, Pak Bambang dan Kariawan Delcam Indonesia, terimakasih atas ilmu yang diberikan, bantuan serta tempat tinggalnya selama di Tangerang, Semoga ALLAH SWT selalu memberikan rahmat dan ridho-Nya, sukses dan lancar selalu pekerjaannya.*  
Amin.

*Teman TA seperjuanganku, Angga Wijaya, Ipung Purnama, Awal Sholeh, Edual Aji Brameswara, Belly Aprianto dan Didit, temen-temen satu kost Yoga, Agus, Yusuf, Adit, Diki dan Johan. Terima kasih selama ini telah banyak membantu, berbagi, dan menolongku dalam berbagai hal. Semoga kalian cepet selesai kuliahnya dan bisa membanggakan orang tua dan keluarga.*  
Amin.

*Temen-temen Mesin UII angkatan 2005 dan semua temen-temen di Teknik Mesin UII. Buktikan kalo kita bisa dan mampu! serta buktikan bahwa kita adalah yang terbaik! Semoga semuanya cepet lulus dan sukses!*  
Amin.

## HALAMAN MOTTO

*"... Allah akan meninggikan orang yang beriman di antara kamu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat ..."*

*(Q.S Al Mujaadilah ayat 11)*

*"Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, maka apabila kamu telah selesai ( dari suatu urusan ) maka kerjakanlah dengan sungguh-sungguh urusan yang lain. Dan hendaklah hanya kepada tuhanmulah kamu berharap"*

*(Qs. Al-Insraf 6-8)*

*"Apabila kamu tidak dapat memberikan kebaikan kepada orang lain dengan kekayaanmu, berilah mereka kebaikan dengan wajahmu yang berseri-seri disertai ahlak yang baik"*

*(Nabi Muhammad SAW)*

*"Jangan lihat masa lampau dengan penyesalan, jangan pula lihat masa depan dengan ketakutan, tapi lihatlah sekitarmu dengan penuh kesadaran"*

*(James Thurber)*

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Assalamu'alaikum. Wr. Wb.,*

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala nikmat, rahmat dan hidayah-Nya sehingga laporan tugas akhir dengan judul “Desain alat penopang tapak kaki kelainan *talipes valgus*” ini dapat terselesaikan dengan baik. Shalawat serta salam semoga selalu tercurah kepada Nabi besar kita Nabi Muhammad SAW beserta keluarga serta sahabatnya.

Tugas akhir ini adalah sebagai salah satu syarat yang harus ditempuh untuk mendapatkan gelar sarjana Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

Selama penulisan dan penyusunan laporan tugas akhir ini penulis banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak, untuk itu penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ayahanda Amirul Hadi & Ibunda Yatmini, Mas Inin dan keluarga untuk semua do'a dan dukungannya.
2. Bapak Fathul Wahid, ST., M.Sc selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Muhammad Ridlwan, ST., MT selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Ir. Paryana Puspaputra, M.Eng selaku Dosen Pembimbing tugas akhir yang telah sangat banyak membantu dan membimbing dengan penuh kesabaran selama proses pengerjaan dan penyusunan tugas akhir ini.
5. Segenap Dosen Jurusan Teknik Mesin, Universitas Islam Indonesia.
6. Putri Satriani untuk cinta, semangat, do'a dan dukungannya.

7. Mba Indah selaku *Front Office* Jurusan Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia yang telah banyak membantu untuk semua urusan birokrasi dan administrasi selama pengerjaan dan penyusunan laporan tugas akhir ini.
8. Senior-senior di Prismatic yang selalu memberi semangat “mas Febry dan aak Didin”.
9. Teman-teman bimbingan tugas akhir Bapak Ir. Paryana Puspaputra, M.Eng.
10. Teman-teman angkatan 2005 Jurusan Teknik Mesin dan semua mahasiswa Jurusan Teknik Mesin untuk dukungan dan bantuannya, “*solidarity forever*”.
11. Serta ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan namanya satu persatu di sini. Semoga Allah membalas kebaikan kalian semua dengan berlipat ganda. Amin.

Penulis sangat menyadari bahwa dalam penulisan laporan tugas akhir ini terdapat banyak kesalahan. Untuk itu penulis sangat mengharapkan adanya kritik serta saran yang membangun dari semua kalangan pembaca, sehingga penulis dapat memperbaikinya pada kesempatan yang akan datang. Akhir kata semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amin.

*Wassalamu'alaikum Wr.Wb.,*

Jogjakarta, Januari 2010

Penulis



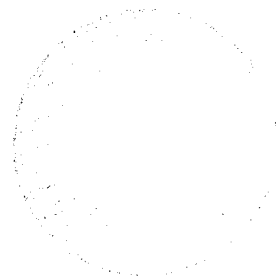
## ABSTRAKSI

*Alat penopang tapak kaki (orthotic insole) merupakan alat terapi yang dimasukkan kedalam sepatu yang berfungsi memulihkan dan mengoreksi fungsi normal kaki. Bentuk orthotic insole mengikuti bentuk lengkungan tapak kaki manusia, hal ini menuntut rancangan orthotic insole harus sesuai bentuk aslinya. Dalam tugas akhir ini menggunakan kelainan tapak kaki jenis talipes valgus.*

*Perancangan model dengan menggunakan teknologi CAD (Computer Aided Design) dan CAM (Computer Aided Manufacturing) saat ini sudah banyak digunakan dan sangat membantu dalam bidang desain dan perancangan. Pembuatan model yang rumit dan teliti dapat dikerjakan dengan dalam waktu singkat dengan hasil yang seragam.*

*Software OrthoModel merupakan salah satu program aplikasi CAD yang dibuat khusus dalam pembuatan desain orthotic insole secara automated generate berdasarkan data hasil proses scanning menggunakan mesin CNC Roland type MDX20. Hasil desain kemudian dapat dilakukan proses simulasi dengan menggunakan bantuan software PowerMILL.*

**Kata kunci :** *Orthotic insole, talipes valgus, scanning, desain orthotic insole, simulasi pemesinan*

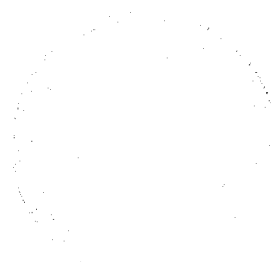
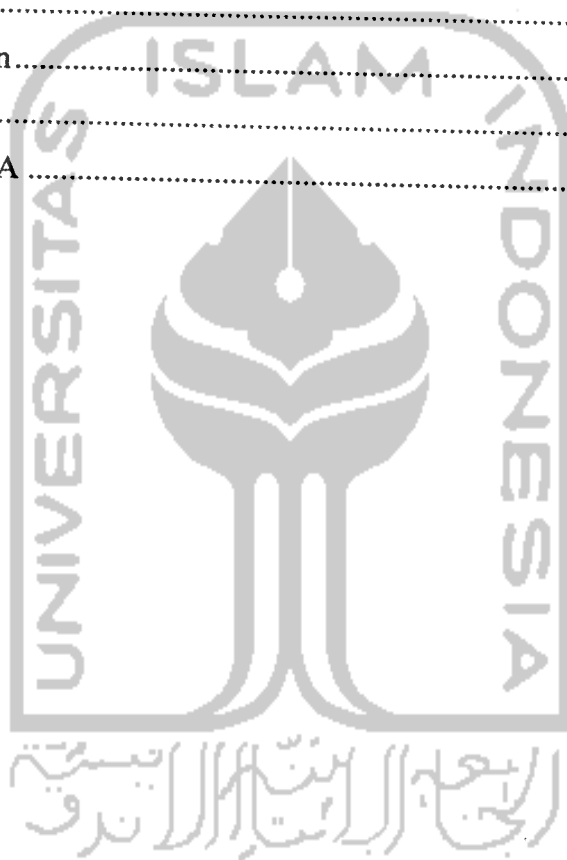


## DAFTAR ISI

DESAIN ALAT PENOPANG TAPAK KAKI KELAINAN TALIPES VALGUS i	
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI .....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	iv
HALAMAN MOTTO .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
ABSTRAKSI .....	ix
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xv
Bab 1 .....	1
PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
1.6 Sistematika Penulisan .....	4
Bab 2 .....	5
LANDASAN TEORI .....	5
2.1 Sistem Kaki Manusia .....	5
2.2 Talipes Valgus .....	8
2.3 Alat Penopang Tapak Kaki (Orthotic Insole) .....	9
2.3.1 Bagian-bagian <i>orthotic insole</i> .....	11
2.4 <i>Reverse engineering</i> .....	12
2.4.1 <i>Scanning</i> .....	13
2.5 <i>Software CAD/CAM/CAE</i> .....	15

2.5.1	OrthoModel .....	17
2.5.2	PowerMILL .....	18
2.5.3	CNC milling .....	19
2.6	Pertukaran Data Antar <i>Software</i> .....	20
2.7	Material .....	21
2.7.1	Material Proses pencetakan tapak kaki .....	21
2.7.2	Material alat penopang tapak kaki ( <i>Orthotic Insole</i> ) .....	22
2.8	Produk Desain .....	26
Bab 3	.....	27
METODOLOGI PENELITIAN .....		27
3.1	Tahapan-Tahapan Perancangan .....	27
3.2	Peralatan Yang Digunakan .....	28
3.3	Pencetakan Tapak Kaki Talipes valgus .....	28
3.3.1	Alginat .....	28
3.4	Pencarian Alur Tapak Kaki (Scanning) .....	29
Bab 4	.....	31
PEMBAHASAN .....		31
4.1	Menentukan Kelainan Tapak Kaki .....	31
4.1.1	Subjek Penelitian .....	32
4.2	Proses Pencetakan .....	32
4.3	Proses scanning .....	33
4.3.1	Persiapan <i>scanning</i> .....	33
4.3.2	Mengatur area scanning .....	33
4.3.3	<i>Scanning</i> .....	35
4.4	Proses Desain .....	36
4.4.1	Pertukaran data antar <i>software</i> .....	36
4.4.2	Desain <i>orthotic insole</i> .....	36
4.5	Simulasi Pemesinan .....	43
4.5.1	Menentukan strategi dan parameter pemesinan dengan <i>software PowerMILL</i> .....	43
4.6	Material Pencetakan Alginat .....	47

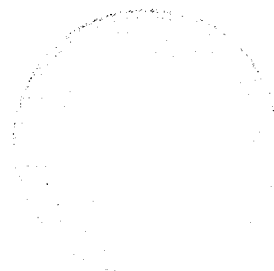
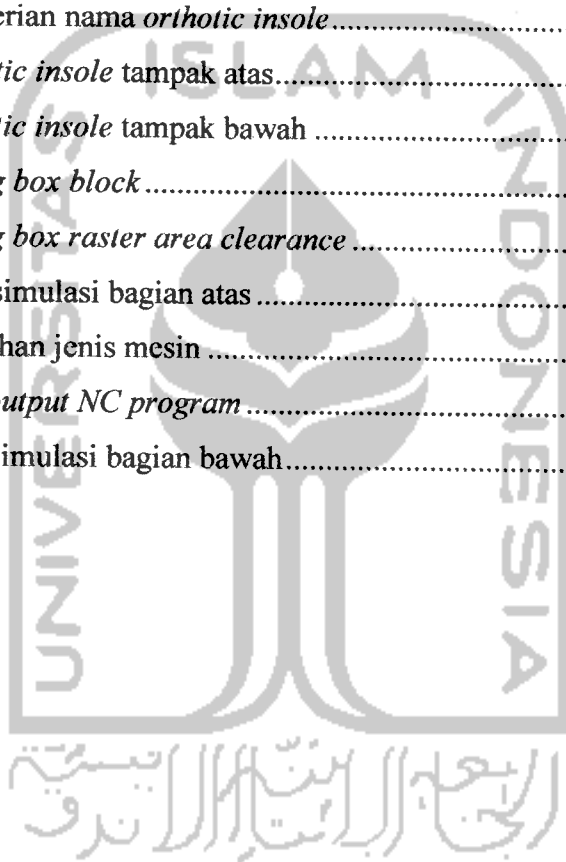
4.7	Permasalahan.....	48
4.7.1	Pencetakan tapak kaki.....	48
4.7.2	Desain <i>orthotic insole</i> .....	48
4.7.3	Pemesinan.....	48
Bab 5	.....	50
PENUTUP	.....	50
5.1	Kesimpulan.....	50
5.2	Saran.....	50
DAFTAR PUSTAKA	.....	51



## DAFTAR GAMBAR

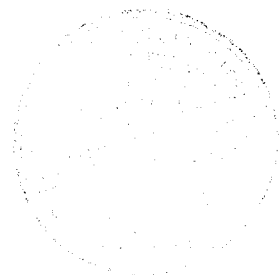
Gambar 2-1 Bagian-bagian sendi manusia.....	5
Gambar 2-2 Tiga titik cekungan pada kaki .....	7
Gambar 2-3 Perbandingan tapak kaki normal dan tapak kaki rata.....	7
Gambar 2-4 Jenis-jenis kelainan kaki .....	8
Gambar 2-5 Alat penopang kaki ( <i>orthotic insole</i> ).....	9
Gambar 2-6 Bagian <i>orthotic insole</i> .....	12
Gambar 2-7 Mesin CNC Roland MDX20.....	15
Gambar 2-8 Contoh tampilan bentuk model CAD.....	15
Gambar 2-9 Tampilan <i>OrthoModel</i> .....	17
Gambar 2-10 Tampilan <i>PowerMill</i> .....	18
Gambar 2-11 Mesin CNC <i>Milling</i> .....	20
Gambar 2-12 Plastik <i>thermoplast</i> .....	23
Gambar 2-13 Plastik <i>termoset</i> .....	23
Gambar 2-14 plastic jenis <i>polypropylene</i> .....	24
Gambar 3-1 Diagram alir .....	27
Gambar 3-2 Alginat dalam bentuk serbuk .....	29
Gambar 3-3 Mesin CNC Roland MDX20.....	30
Gambar 3-4 Sensor RAPS.....	30
Gambar 4-1 Hasil proses pencetakan .....	33
Gambar 4-2 Tampilan awal <i>Dr.picza</i> .....	34
Gambar 4-3 <i>Area scanning</i> dan <i>pitch</i> .....	34
Gambar 4-4 Proses Scan .....	35
Gambar 4-5 Hasil scan .....	35
Gambar 4-6 Ilustrasi proses <i>Dr pizca export to OrthoModel</i> .....	36
Gambar 4-7 Macam-macam data masukan .....	37
Gambar 4-8 <i>Import scan</i> .....	37
Gambar 4-9 Hasil <i>sketch</i> .....	38
Gambar 4-10 Penentuan tiga <i>point</i> pada tapak kaki.....	38
Gambar 4-11 Pengaturan posisi arah kaki.....	39

Gambar 4-12 Menentukan ukuran scan.....	39
Gambar 4-13 Data identitas pasien .....	40
Gambar 4-14 <i>Order detail</i> .....	40
Gambar 4-15 Desain <i>orthotic insole</i> .....	41
Gambar 4-16 Penambahan lengkungan pada <i>insole</i> .....	41
Gambar 4-17 Pemberian nama <i>orthotic insole</i> .....	42
Gambar 4-18 <i>Orthotic insole</i> tampak atas.....	42
Gambar 4-19 <i>Orthotic insole</i> tampak bawah .....	43
Gambar 4-20 <i>Dialog box block</i> .....	44
Gambar 4-21 <i>Dialog box raster area clearance</i> .....	45
Gambar 4-22 Hasil simulasi bagian atas .....	45
Gambar 4-23 Pemilihan jenis mesin .....	46
Gambar 4-24 <i>Data output NC program</i> .....	46
Gambar 4-25 Hasil simulasi bagian bawah.....	47



## DAFTAR TABEL

Tabel 2-1 Perbandingan <i>specific gravity</i> dari berbagai material plastik .....	25
Tabel 2-2 Temperature Leleh Proses termoplastik .....	25



## Bab 1

# PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Anatomi tubuh manusia tersusun dari berbagai sistem organ yang saling bekerja satu sama lain untuk membentuk fungsi kerja tubuh secara utuh. Dari sekian banyak fungsi yang disediakan oleh tubuh, fungsi mobilitas adalah suatu fungsi yang vital. Dengan mobilitas, manusia bisa melakukan berbagai kegiatan dan pekerjaan sesuai keinginan mereka. Sistem organ manusia yang berperan dalam fungsi mobilitas tersebut adalah fungsional dari alat penopang tubuh yang utama yaitu kaki.

Kaki yang normal adalah dambaan setiap manusia. Bisa dibayangkan jika fungsi dari kaki seseorang mengalami gangguan atau kelainan, akan ada banyak dampak negatif yang terjadi akibat kelainan tersebut baik dampak secara fungsional, sosial, ekonomi maupun psikologis. Oleh karena itu, kaki yang mengalami kelainan perlu dideteksi sedini mungkin jenis kelainannya kemudian diberikan terapi yang sesuai agar fungsional dari kaki bisa optimal kembali. Kelainan-kelainan pada kaki dapat disebabkan oleh beberapa hal diantaranya yaitu: kelainan bentuk tulang, kelainan pada otot, kelainan saraf-saraf pusat dan lain-lain.

Kaki tersusun atas komponen tulang, sendi, otot, pembuluh darah dan saraf. Pada dasarnya organ ini memiliki daya regenerasi yang baik ketika masih dalam masa pertumbuhan. Saat lahir, fungsi bipedal atau kedua kaki anak belum tumbuh dengan baik. Dibutuhkan waktu 18 tahun untuk tumbuh menjadi kaki dewasa. Proses tumbuh kembang akan terus berubah karena sendi-sendi pada tungkai (dari paha hingga pergelangan kaki) dan kaki anak masih bisa berputar.

Pada saat ini terdapat banyak kasus kelainan tapak kaki. Berdasarkan data yang dihimpun oleh perusahaan penyedia *software* OrthoModel, diktat OrthoModel workshop 2009, 96% populasi masyarakat dunia memiliki



permasalahan panjang kaki yang tidak sesuai antara kaki kanan dan kiri. Kelainan tersebut bisa bersifat kongenital (bawaan) ataupun akibat kebiasaan (didapat). Dari sekian banyak kelainan kongenital tapak kaki, *talipes valgus* termasuk salah satu kelainan tapak kaki yang kronis, namun kelainan ini dapat disembuhkan melalui berbagai macam terapi. (Apley dan Solomon, 1995).

Terapi yang dapat diberikan pada kelainan-kelainan tapak kaki sebenarnya saat ini sudah berkembang pesat. Perpaduan antara ilmu-ilmu kedokteran dan perkembangan teknologi telah menghasilkan berbagai karya untuk mengatasi keluhan kelainan tapak kaki. Saat ini telah banyak rumah sakit yang menyediakan sendiri alat terapi bagi pasien kelainan tapak kaki, namun tidak jarang alat terapi yang diberikan sebagian besar memberikan rasa tidak nyaman pada pasien.

Diantara produk-produk terapi yang ada, jenis terapi kelainan tapak kaki dalam bentuk *orthotic insole* yang paling digemari dan lebih efisien penggunaannya. Hal ini dikarenakan pasien tidak merasa malu dengan penggunaan alat terapi tapak kaki yang abnormal, sebab alat terapi tersebut dikemas dalam bentuk *orthotic insole* yang dapat diletakkan di dasar sepatu pasien. Permasalahan saat ini pembuatan *orthotic insole* yang ada masih bersifat konvensional dengan estimasi waktu pengerjaan produk terlalu lama, biaya produksi yang tinggi, akurasi dan kualitas produk yang belum sesuai dengan kelainan anatomis tapak kaki yang sebenarnya.

Maka dari itu penulis pada tugas akhir ini akan mengembangkan alat penopang tapak kaki (*insole*) menggunakan teknologi digital dengan *software* OrthoModel. OrthoModel merupakan *software* khusus yang memberikan kemudahan bagi pemakainya dalam proses perancangan khususnya *orthotic insole*.

*Software* OrthoModel digunakan mendesain *orthotic insole* berdasarkan data hasil *scanning* dari bentuk kaki manusia. Sehingga diharapkan dengan *software* ini dapat menciptakan alat penopang tapak kaki (*insole*) dengan waktu pengerjaan yang lebih efisien, biaya produksi relatif lebih sedikit, akurasi dan kualitas produk yang sesuai dengan kelainan anatomis tapak kaki yang sebenarnya karena dibuat secara digital.

Sebagai harapan selanjutnya dari pembuatan desain tapak kaki (*insole*) tidak hanya dapat diberikan pada penderita kelainan tapak kaki saja, namun dapat juga digunakan untuk orang normal yaitu oleh olahragawan atau atlit untuk menunjang pencapaian prestasi yang lebih baik, atau masyarakat umum yang menginginkan kenyamanan selama melakukan mobilitas. Pada saat menggunakan alat penopang tapak kaki (*insole*) pengguna akan merasa nyaman sebab alat ini didesain sesuai bentuk kaki pengguna sehingga tekanan dari berat tubuh ke tapak kaki bisa terdistribusikan dengan baik.

### 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat diambil suatu rumusan sebagai berikut :

1. Bagaimana melakukan proses perancangan alat penopang tapak kaki dengan menggunakan teknologi CAD/CAM ?.
2. Bagaimana mewujudkan produk yang sesuai dengan proses perancangan ?.

### 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini digunakan agar lebih dapat mengarah pada inti permasalahan dan tidak menyimpang jauh dari apa yang akan dibahas. Batasan-batasan masalah disini antara lain :

1. Perancangan dan pembuatan penopang tapak kaki untuk satu jenis kelainan tapak kaki *talipes valgus*.
2. Proses pencetakan kaki menggunakan material alginat.
3. Proses *scanning* menggunakan CNC Milling Roland MDX 20.
4. *Software* utama yang digunakan adalah OrthoModel dan PowerMill.
5. Aspek-aspek diluar ruang lingkup *CAD/CAM* tidak dibahas pada penelitian ini.

### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang hendak dicapai dari penelitian adalah membuat desain alat penopang tapak kaki pada kelainan *talipes valgus* menggunakan teknologi *reverse*

*engineering* dengan teknik *scanning* untuk mendapatkan data CAD dalam proses perancangan produk, serta dapat memberikan gambaran pentingnya kegunaan *orthotic insole* bagi yang mengalami kelainan telapak kaki.

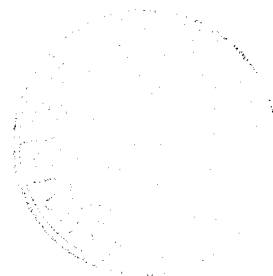
### **1.5 Manfaat Penelitian**

1. Dapat memberikan pemikiran baru dalam mendesain alat penopang tapak kaki.
2. Membantu penyandang kelainan tapak kaki dalam mendapatkan alat penopang tapak kaki.
3. Menjalin kerjasama dan hubungan yang baik antara bidang teknik mesin dan bidang kedokteran.

### **1.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika dalam penulisan tugas akhir ini diberikan uraian bab demi bab secara berurutan untuk mempermudah dalam pembahasan. Poko-pokok permasalahan ditulis menjadi empat bab yang terdiri dari : bab I, berisi tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, dan manfaat tugas akhir ini. Bab II memberikan gambaran tentang dasar-dasar teori yang digunakan sebagai acuan dalam pelaksanaan penelitian dan pemecahan masalah yang dihadapi dalam penelitian.

Kumpulan data dan pengolahan data akan dibahas pada bab III, dimana data diolah untuk mendapatkan tujuan yang diinginkan. Pada bab IV akan dilakukan analisis dan pembahasan terhadap hasil yang didapat pada bab sebelumnya. Sedangkan bab V merupakan penutup yang berisi kesimpulan penelitian dan saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya.



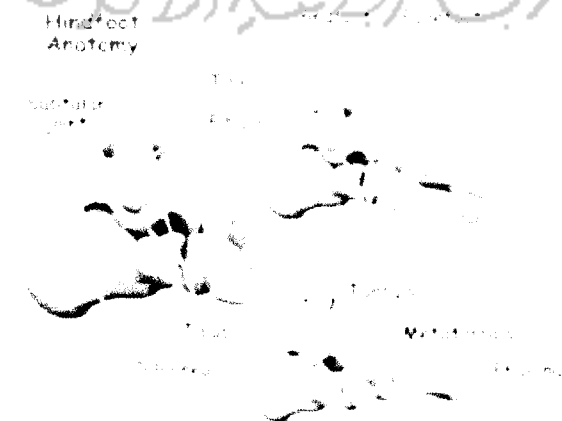
## Bab 2

### LANDASAN TEORI

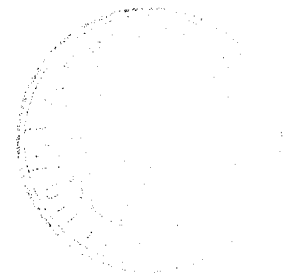
#### 2.1 Sistem Kaki Manusia

Tubuh manusia tersusun oleh organ-organ yang saling berhubungan dan saling mempengaruhi satu dengan yang lainnya. Misalnya : kaki, tulang, otot, jantung, hati dan sebagainya. Setiap organ tubuh mempunyai fungsi dan tugas yang berbeda. Karena fungsi organ tubuh berbeda, maka susunan alat-alat tubuh pun juga berbeda. (Irianto, 2004).

Kaki manusia berfungsi sebagai organ penyangga tubuh, pengatur keseimbangan dan untuk mobilitas. Kelainan yang mengenai kaki dapat menimbulkan rasa nyeri pada kaki saat berjalan. Pemakaian sepatu yang abnormal juga dapat berpengaruh buruk terhadap fungsi kaki. Pada saat berjalan kaki berartikulasi dengan ujung bawah *tibia*, yang dengan bantuan sendi pergelangan berbentuk kotak mampu memungkinkan kaki bergerak secara *dorsofleksi* dan *plantarfleksi* tanpa berotasi. *Talus* berartikulasi dengan ujung *distal tibia*. Tumpuan berada pada *maleolus medialis tibia* dan *maleolus lateralis fibula distal*. Contoh bagian sendi kaki manusia pada gambar 2.1 berikut. (Salomon dan Apley, 1995).



**Gambar 2-1** Bagian-bagian sendi manusia  
( Eorthopod, 2008 )



Kaki manusia dibagi menjadi 3 bagian : Kaki belakang, kaki tengah dan kaki depan. Kaki belakang tersusun dari *talus* dan *kalkaneus*, *kalkaneus* ini membentuk tumit, sendi antara kedua tulang tersebut adalah sendi *talokalkaneus* atau *subtalus*. Sendi ini mempunyai gerakan meluncur dan berputar, yang memungkinkan kaki belakang *inverse* dan berputar keluar (*eversi*), ini penting untuk berjalan pada tempat yang tidak rata.

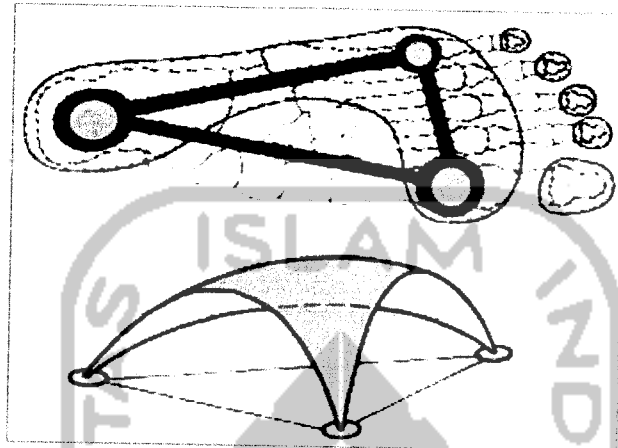
Kaki tengah tersusun dari tulang *navikulare*, *tulang kuboid* dan tiga tulang *kuneiformis*. Kaki tengah dan kaki belakang berartikulasi melalui sendi *tarsal transversal* (sendi *kalkaneokuboid* dan *talonavikulare*), sendi ini untuk pergerakan rotasi kaki tengah pada saat berjalan pada jalan yang tidak rata. *Deformitas* sendi *subtalus*, *talonavikulare*, atau *kalkaneokuboid* dapat mempunyai pengaruh yang berarti pada fungsi kaki dan menghasilkan tekanan abnormal pada sendi pergelangan kaki.

Kaki depan tersusun dari *metatarsus* dan jari kaki, *metatarsus* pertama unik karena mempunyai satu *plat fisea* yang terletak di sebelah *proksimal*, empat *metatarsus lateral* mempunyai satu fisis yang terletak di sebelah *distal*. Jempol kaki tersusun dari *falangs proksimal* dan *distal* serta satu sendi *interfalangs*, empat jari kaki mempunyai *falangs* proksimal. Fungsi normal kaki memerlukan gerakan terkoordinasi antara otot *ekstrinsik* betis dan otot *intrinsik* kaki. (Richard dkk, 2000).

Bagian tapak kaki manusia merupakan bagian yang memiliki lebih banyak urat saraf jika dibandingkan pada bagian wajah. Ribuan urat saraf dan sensor terdapat pada telapak kaki, sehingga butiran kecil pasir pun dapat kita rasakan, kalau sekiranya ini masuk kedalam sepatu yang sedang kita pakai. Hampir 30 tulang, 30 sambungan (*joint*), 60 otot, lebih dari 100 ikatan dan lebih dari 200 jaringan terdapat pada telapak kaki. Ini merupakan konstruksi yang sangat kompleks, yang membuat kaki menjadi suatu sistim yang teramat istimewa. (Schuh-einlagen. 2009).

Bagian yang paling istimewa pada telapak kaki adalah susunan tulangnya, sehingga terbentuk cekungan pada telapak kaki. Cekungan ini penting, sehingga berat tubuh dapat terbagi secara optimal dan juga agar benturan ketika melakukan

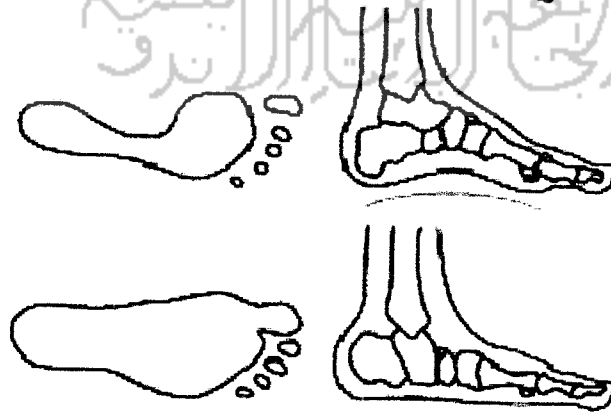
aktivitas dapat diredam dengan baik. Telapak kaki memiliki tiga buah cekungan, dua arah yang memanjang dan satu arah menyemping.



**Gambar 2-2 Tiga titik cekungan pada kaki  
( Schuh-einlagen, 2009 )**

Pada gambar 2-2 di atas terlihat, yaitu cekungan pada bagian dalam (arah yang memanjang), bagian luar (arah yang memanjang) dan bagian depan (arah menyemping). Jika pada cekungan ini terjadi penurunan, yang disebabkan oleh melemahnya otot, maka keseimbangan telapak kaki akan terganggu, sehingga dapat menyebabkan tekanan yang berlebihan, perubahan posisi (*deformasi*), yang akhirnya dapat menimbulkan rasa sakit. (Schuh-einlagen. 2009).

#### Normaler Fuß und Plattfuß im Vergleich



**Gambar 2-3 Perbandingan tapak kaki normal dan tapak kaki rata  
( Digitalefolien, 2008 )**

## 2.2 Talipes Valgus

*Talipes valgus* merupakan salah satu dari jenis kelainan *talipes* tapak kaki akibat *deformitas*. Beberapa faktor yang mungkin menjadi penyebab *deformitas* adalah : cacat *kongenital*, ketidak seimbangan otot, kelemahan *ligament* dan ketidak setabilan sendi. Setiap *deformitas* yang ada diperburuk dan dipertahankan oleh beban yang abnormal dan tekanan dari sepatu. (Apley dan Solomon, 1995).

Kelainan kaki yang diakibatkan *deformitas* diantaranya adalah : *talipes cavus*, *talipes equines*, *talipes calcaneus*, *talipes valgus*, *talipes equinovalgus*, *talipes calcaneovalgus*, *talipes varus*, *talipes cavovarus*, *talipes equinovarus* dan *talipes calcaneocavus* (gambar 2-4).

Penderita *talipes valgus* ditandai dengan adanya pembengkokan tulang sendi dimana ujung kaki membengkok kearah dalam sehingga mengakibatkan lutut saling bertemu. Pada *talipes valgus* berat badan dipindahkan ke arah *medial* pada pergelangan kaki. Gambaran jenis kelainan kaki tersebut dapat dilihat pada (gambar 2-4).



**Gambar 2-4 Jenis-jenis kelainan kaki  
( Dorland's, 2007 )**

Penanganan awal jenis kelainan kaki *talipes valgus* adalah :

1. Memperbaiki *deformitas* dini

Memperbaiki *deformitas* dini sebaiknya dilakukan pada saat penderita masih balita dengan cara melakukan koreksi peregangan manual pasif. Kemudian dilakukan koreksi menggunakan *gips*, yang diganti setiap seminggu sekali untuk

meneruskan koreksi. Koreksi menggunakan *gips* ini pada umumnya memakan waktu enam minggu.

## 2. Memperbaiki *deformitas* sepenuhnya

Setelah dilakukan koreksi dengan menggunakan *gips*, kaki yang mengalami *deformitas* kemudian dilakukan penaganan sepenuhnya agar tidak terjadi *deformitas* kembali dengan cara pemberian plester pada kaki kemudian dilanjutkan penggunaan sepatu bidai.

## 3. Mempertahankan posisi yang sudah diperbaiki

Untuk mempertahankan posisi kaki yang sudah normal dapat menggunakan sepatu *orthotic insole*. Penggunaan *orthotic insole* digunakan sampai masa pertumbuhan berhenti atau bisa juga digunakan selamanya. (*Apley dan Solomon, 1995*).

### 2.3 Alat Penopang Tapak Kaki (*Orthotic Insole*)

Alat penopang kaki merupakan suatu alat yang didesain sedemikian rupa untuk membantu para penyandang kelainan tapak kaki, selain bertujuan mengoreksi kelainan kaki, menciptakan rasa nyaman dalam melakukan mobilitas, menetralsir dari kaki yang *valgus/ varus*, membantu menormalkan *alignment* keseimbangan tekanan pada kaki dan seluruh tubuh. Penggunaan alat penopang kaki di masukkan ke dalam sepatu yang digunakan oleh penderita. ([http://www.drfoot.co.uk/Orthotic\\_Insoles.htm](http://www.drfoot.co.uk/Orthotic_Insoles.htm)).



**Gambar 2-5 Alat penopang kaki (*orthotic insole*)**  
( Drfood, 2008 )



Jenis alat penopang kaki (*orthotic insole*) Berdasarkan material :

1. Alat penopang tapak kaki jenis Kaku

Alat penopang tapak kaki jenis kaku dirancang untuk mengontrol fungsi kaki, dan bisaanya terbuat dari bahan yang kuat seperti plastik atau serat karbon. jenis ini dirancang untuk mengontrol gerakan pada sendi dua kaki besar, yang terletak tepat di bawah sendi pergelangan kaki. *Orthotic* jenis ini sering digunakan untuk memperbaiki atau menghilangkan rasa sakit kaki, paha dan punggung bawah karena fungsi abnormal kaki. Sebuah contoh adalah pergelangan kaki-kaki digunakan untuk mengobati kaki drop dan bentuk untuk bagian bawah kaki seseorang.

2. Alat penopang tapak kaki jenis Lunak

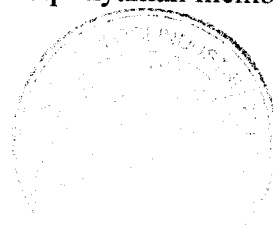
Alat penopang tapak kaki jenis lunak membantu menipiskan *shock*, meningkatkan keseimbangan dan mengambil beban tidak nyaman atau sakit bintik. *Orthotic insole* ini bisaanya terbuat dari bahan yang lembut, bahan kompresibel seperti EVA (*Ethylene Vinyl Asetat*) bahan ini memiliki nilai-nilai kekerasan yang berbeda. Jenis *orthotic* efektif untuk *arthritis* atau kelainan bentuk di mana terdapat kehilangan jaringan lemak pelindung di sisi kaki. Mereka juga sangat membantu bagi penderita diabetes.

3. Alat penopang tapak kaki jenis *Semirigid*

Alat penopang tapak kaki jenis *semirigid* sering digunakan untuk atlet. Hal ini memungkinkan untuk keseimbangan dinamis kaki sambil berlari atau berpartisipasi dalam olahraga. Dengan membimbing kaki melalui fungsi yang tepat, ini memungkinkan otot dan tendon untuk melakukan lebih efisien. Ini adalah lapisan terbuat dari material lunak, diperkuat dengan bahan-bahan yang lebih kaku.

4. Alat penopang tapak kaki *Kalibrasi*

Alat penopang tapak kak *kalibrasi* didasarkan pada model koreksi dan teknik manufaktur yang dianjurkan oleh Glaser (MASSA posisi). Ini faktor-faktor dalam individu berat badan, kaki fleksibilitas dan tingkat aktivitas untuk memberikan dikalibrasi kustom tingkat dukungan yang tegas tapi nyaman memberikan kontrol



fungsional sambil mempertahankan sifat-sifat dari sebuah perangkat akomodatif.  
(Diktat OrthoModel Workshop )

Manfaat alat penopang kaki (*orthotic insole* ) Secara umum adalah :

- a. Memperbaiki atau mengkoreksi kelainan kaki
- b. Membantu atau mengontrol pergerakan sendi
- c. Menyediakan posisi yang lebih baik
- d. Menghilangkan tekanan pada area tertentu kaki

Manfaat lain dari alat penopang kaki (*orthotic insole*) adalah menumbuhkan rasa percaya diri bagi pemakainya karena pada saat menggunakan alat ini penderita terlihat seperti orang normal pada umumnya. Kebanyakan anak-anak yang mempunyai kelainan juga mengalami masalah interaksi sosial dengan lingkungan sekitar, hal ini disebabkan karena penderita kelainan tidak merasa percaya diri dengan bentuk fisik yang ada di anggota tubuhnya, sehingga mengakibatkan penyandang cacat tersebut kurang memiliki kesempatan untuk mengembangkan dan memahami perilaku sosial dan cenderung akan menampilkan perilaku seperti pasif, impulsif, menyendiri, kaku, dan lain-lain. ([http://www.drfoot.co.uk/Orthotic\\_Insoles.htm](http://www.drfoot.co.uk/Orthotic_Insoles.htm)).

### 2.3.1 Bagian-bagian *orthotic insole*

*Orthotic insole* terbagi menjadi 3 bagian, yaitu :

#### 1. *Medial side*

Merupakan bagian *insole* yang terdapat pada bagian sisi dalam, bagian dalam berbentuk melengkung keatas berfungsi untuk memperbaiki bagian lengkungan kaki.

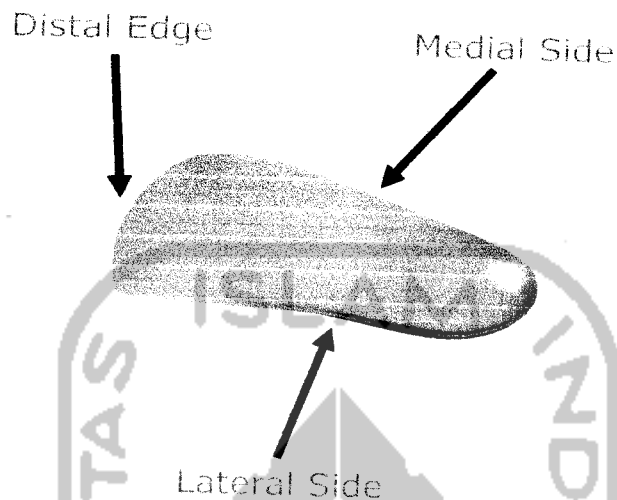
#### 2. *Lateral side*

Merupakan bagian *insole* yang terdapat pada bagian sisi tepi atau pinggir, bagian sisi tepi berfungsi untuk mengontrol keseimbangan tubuh.

#### 3. *Distal Edge*

Merupakan bagian *insole* yang terdapat pada bagian ujung, berfungsi memberikan kenyamanan pada bagian depan kaki. (Diktat OrthoModel Workshop ).

Bagian-bagian orthotic insole dapat di lihat pada gambar 2-6 di bawah ini.



**Gambar 2-6 Bagian orthotic insole  
( Delcam, 2009 )**

#### **2.4 Reverse engineering**

*Reverse engineering* adalah proses pengembangan dari prinsip pengembangan teknologi, objek atau sistem berbasis analisis struktur, fungsi dan operasi. Alasan kenapa digunakan teknologi *reverse engineering* karena ketidaktersediaan dokumentasi, analisis produk, *scirty auditing*, pemindahan dengan proteksi, menghindari dari pembatasan akses, pembuatan tanpa lisensi/ tidak dapat persetujuan penduplikatan, pendidikan/ proses pembelajaran.

*Reverse engineering* sebagai bagian dari perancangan didefinisikan sebagai proses menganalisa suatu sistem melalui identifikasi antar komponen-komponenya dan keterkaitan antar komponen, serta mengekstraksi dan membuat abstraksi dan informasi perancangan dari sistem yang dianalisa tersebut. Konsep *reverse engineering* di industri pada dasarnya adalah menganalisa suatu produk yang sudah ada (dari produsen lain) sebagai dasar untuk merancang produk baru yang sejenis, dengan memperkecil kelemahan dan meningkatkan keunggulan produk parakompetitornya. ( *Wibowo, 2006* ). Kegiatan yang dilakukan meliputi 5 tahap :

1. Pembongkaran produk

Pada tahap ini dilakukan beberapa kegiatan meliputi :

- Membongkar produk yang akan ditiru, kegiatan ini disebut *product dissection*.
  - Memperlajari prinsip kerja mesin dan memahami fungsi tiap komponen.
  - Melakukan pengukuran dimensi setiap produk.
  - Membuat gambar tiap komponen dan sub-*assembly*.
  - Melakukan analisa FEM, termodinamika atau aliran fluida.
  - Menguji sifat fisik material komponen dan atau menganalisa pemilihan bahan.
  - Menganalisa proses produksi.
  - Melakukan pengkajian biaya produksi.
2. *Assembling* komponen  
Tahap ini dapat diuraikan sebagai berikut :
- Menganalisa kemudahan dalam pembongkaran maupun *assembling*.
  - Melakukan pemasangan kembali komponen.
3. *Benchmarking*  
*Bechmarking* adalah kegiatan membandingkan keunggulan dan kelemahan suatu produk sejenis dari beberapa produsen.
4. Perancangan produk baru  
Perancangan produk baru dapat dilakukan setelah kelemahan dan keunggulan produk dari berbagai produsen dianalisa dan ditabelkan.
5. *Prototype* produk  
Setelah produk dirancang, maka dilakukan pembuatan *prototype*.

#### 2.4.1 *Scanning*

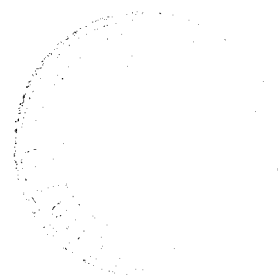
Ketika *computer aided design* (CAD) telah menjadi lebih populer, *reverse engineering* telah menjadi metode yang layak untuk membuat model virtual tiga dimensi (3D) dari bagian fisik kemudian digunakan dalam bentuk 3D CAD, *computer aided manufakturing* (CAM), *computer aided engineering* (CAE) dan perangkat lunak lain. Objek fisik dapat diukur dengan menggunakan pemindah teknologi 3D seperti : *laser scanner*, *computer tomography* dan lain-lain.

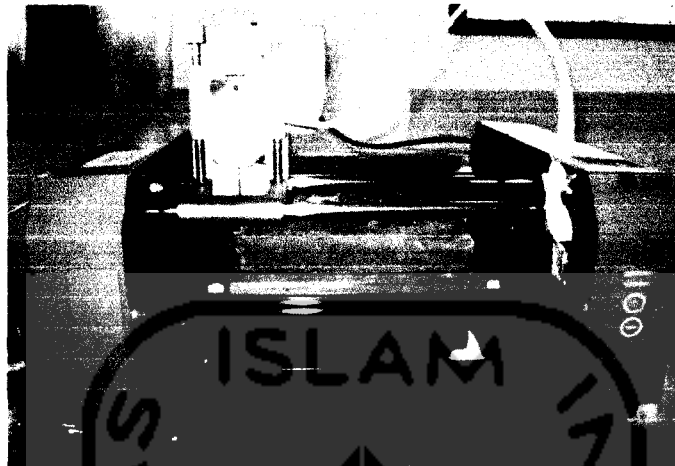
Data yang diukur biasanya digambarkan sebagai *point cloud*, tidak memiliki informasi *topologi* dan karena itu sering diolah dan dimodelkan ke

dalam format yang lebih sering digunakan seperti *triangular face mesh* dan model CAD. *Reverse engineering* juga digunakan oleh kalangan bisnis untuk membawa geometri fisik yang ada ke dalam lingkungan pengembangan produk digital, untuk mengumpulkan data dari produk yang mereka hasilkan atau untuk menilai produk-produk pesaing. Hal ini digunakan untuk menganalisa, misalnya, bagaimana sebuah produk bekerja, mengetahui bagian-bagian tiap komponen, perkiraan biaya, dan mengidentifikasi potensi paten pelanggaran dan lain-lain.

Salah satu contoh alat *reverse* perangkat mekanik adalah *3D scanner*. *3D scanner* adalah sebuah alat yang menganalisa objek benda nyata untuk mengumpulkan data tentang bentuk dan penampilan (yaitu warna). Data yang dikumpulkan kemudian dapat digunakan untuk membangun sebuah data digital, model tiga dimensi yang berguna untuk berbagai aplikasi. Aplikasi yang umum dalam teknologi ini meliputi desain industri, *orthotics*, *prosthetics*, *reverse engineering* dan *prototyping*, *quality control* (QC) dan dokumentasi artefak budaya.

*3D scanner* menurut cara kerjanya dibagi menjadi dua macam yaitu kontak dan non kontak. *3D scanner* kontak dalam pencarian objek melalui sentuhan fisik terhadap objek yang dipindahkan. Contoh mesin 3D kontak adalah *CNC scanner Roland MDX20*, *coordinate measuring machine* (CMM). Sedangkan *3D scanner* non kontak cara kerjanya adalah *scanner* mengeluarkan semacam radiasi atau cahaya dan mendeteksi dengan memantulkan kedalam dalam rangka untuk menyelidiki suatu objek atau lingkungan, salah satu cahaya yang digunakan *ultrasound* atau *x-ray*. (<http://www.wikipedia-Reverse engineering.htm>).



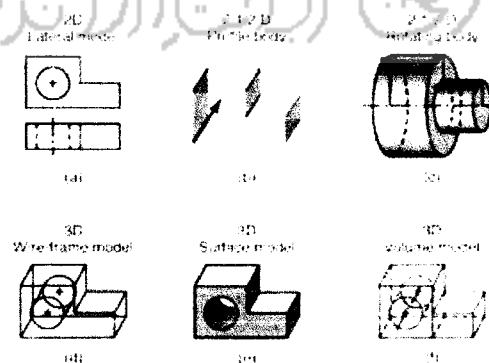


**Gambar 2-7 Mesin CNC Roland MDX20.**

## 2.5 *Software CAD/CAM/CAE*

CAD (*Computer Aided Design*) dan CAM (*Computer Aided Manufacturing*) adalah suatu teknologi yang digunakan pada kegiatan desain dan produksi dengan menggunakan komputer digital. (*Groover dan Zimmers, 1987*).

CAD bisa diartikan sebagai sistem komputer yang digunakan untuk membantu dalam membuat, modifikasi, analisis, atau mengoptimalkan desain. Sistem komputer ini terdiri dari perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). (*Kalpakjian dan Schmid, 2006*). Gambar 2-8 dibawah ini adalah ilustrasi dari pemodelan *software* CAD



**Gambar 2-8 Contoh tampilan bentuk model CAD**

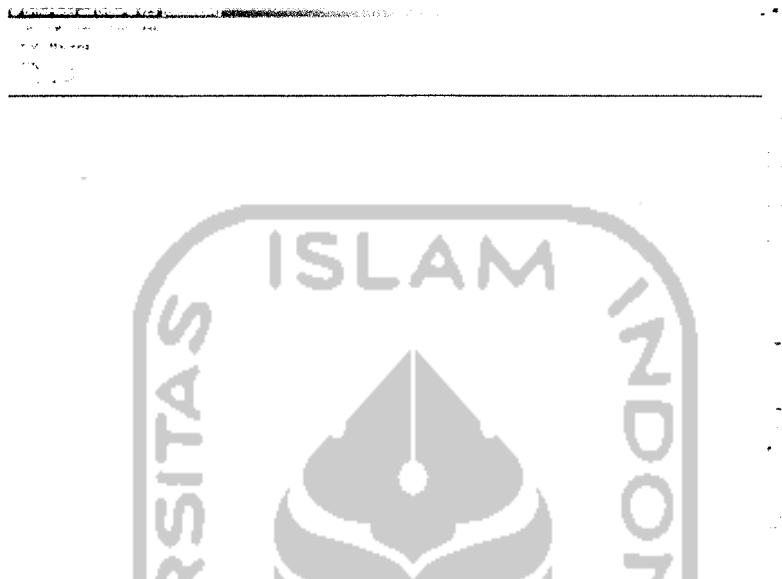
CAM adalah *software* yang digunakan untuk merencanakan, mengatur dan mengontrol operasi pada kegiatan manufaktur, seperti menentukan pahat (*tools*)

yang akan digunakan, menentukan ketinggian benda kerja (*work piece*), *feed rate*, *stepdown*, *stepover* dan menentukan semua parameter yang akan digunakan pada saat proses pemesinan. *Software* CAM juga dapat mensimulasikan proses pemesinan, waktu pemesinan dan akhirnya mengirimkan data dari komputer yang digunakan untuk mendesain ke mesin-mesin yang digunakan pada saat pemesinan hingga berakhir menjadi sebuah produk.

CAE (*Computer Aided Engineering*) merupakan *software* yang di gunakan untuk mensimulasikan desain sebelum masuk ke tahap simulasi pemesinan. *Software* CAE dapat memberikan petunjuk tentang hal-hal yang terjadi pada suatu desain seperti analisa tegangan, analisa aliran material, analisa aerodinamik dan sebagainya.

Di era persaingan global ini, paradigma lingkungan terhadap munculnya sistem industri manufaktur modern adalah dapat menghasilkan produk yang beraneka ragam dengan kualitas tinggi dan biaya rendah dalam waktu sesingkat mungkin, oleh karena itu para *engineer* menggunakan teknologi CAD/CAM/CAE untuk mengotomasi dan mengoptimalkan desain maupun proses produksi. Hal tersebut merupakan tantangan bagi produsen perangkat lunak/*software* komputer untuk mengembangkan teknologi *software* CAD/CAM/CAE untuk mendukung industri manufaktur modern. Terbukti dari banyaknya produsen *software* yang mengeluarkan berbagai macam *software* CAD/CAM/CAE dengan berbagai macam keunggulan yang berbeda.

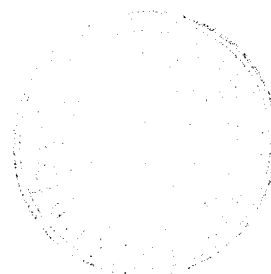
### 2.5.1 OrthoModel



**Gambar 2-9 Tampilan OrthoModel**

OrthoModel merupakan *software* khusus yang memberikan kemudahan bagi pemakainya dalam proses perancangan khususnya *orthotic insole*. *Software* OrthoModel ini digunakan untuk mendesain *orthotic insole* berdasarkan data hasil *scanning* dari kaki pasien. (Diktat OrthoModel Workshop )

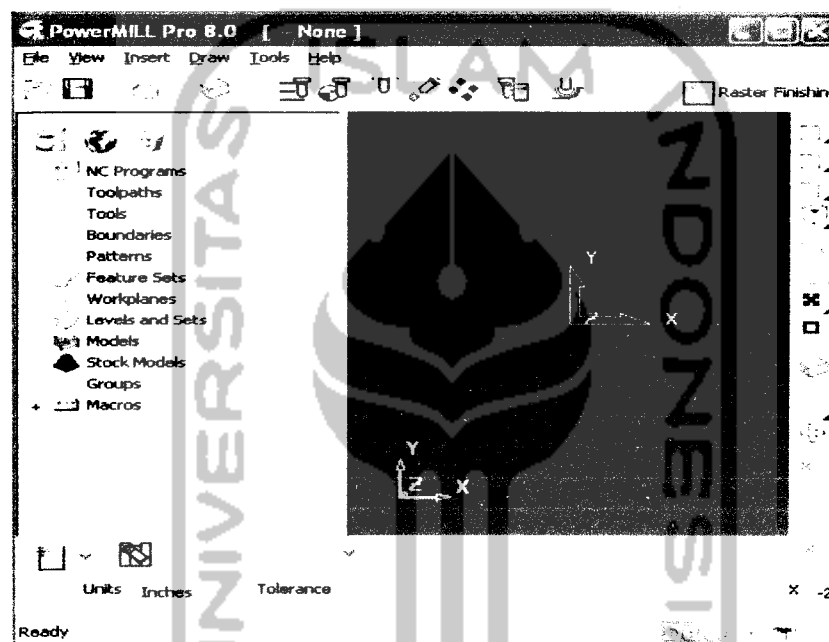
Prinsip kerja OrthoModel adalah *Automated generate*. Dirancang khusus dalam proses perancangan *orthotic insole* dalam bentuk kompleks 3 dimensi (3D) dengan hasil kualitas yang tinggi. OrthoModel juga menyiapkan suatu model yang akan diproduksi dengan mentransfer data-data dan parameter model kedalam proses *CNC*. Dengan *software* OrthoModel pengguna juga bisa mengambil model dari hasil *scanning* dengan file *STL* kemudian dilakukan pengeditan untuk mendapatkan desain *orthotic insole*. (Diktat OrthoModel Workshop )





### 2.5.2 PowerMILL

PowerMill adalah program aplikasi CAM yang dikembangkan oleh perusahaan Delcam. *Software* PowerMill ini digunakan untuk mensimulasikan proses pemesinan dari suatu desain. Memiliki kemampuan untuk merancang, mengatur dan mengontrol operasi pada kegiatan *manufacturing*.



**Gambar 2-10 Tampilan PowerMill**

*Software* PowerMill memberikan kemudahan dalam menentukan strategi-strategi pemesinan dan parameter yang akan digunakan dalam proses pemesinan melalui simulasi dan animasi. (Delcam plc, 2002). Proses pemesinan atau proses pemotongan tergantung pada :

1. Bentuk atau model desain.
2. Jenis pahat (end mill atau boll nose) yang disesuaikan dengan benda kerja.
3. Sifat gerak relatif yang digunakan, dan
4. Material benda kerja.

Penentuan parameter dalam proses permesinan yang perlu diperhatikan adalah :

1. *Stepover* : Langkah pemakanan arah sumbu X dan Y (mm).
2. *Stepdown* : Kedalaman pemakaman arah sumbu Z (mm).
3. *Feed rate* : Kecepatan pemakanan benda kerja (mm/sec).

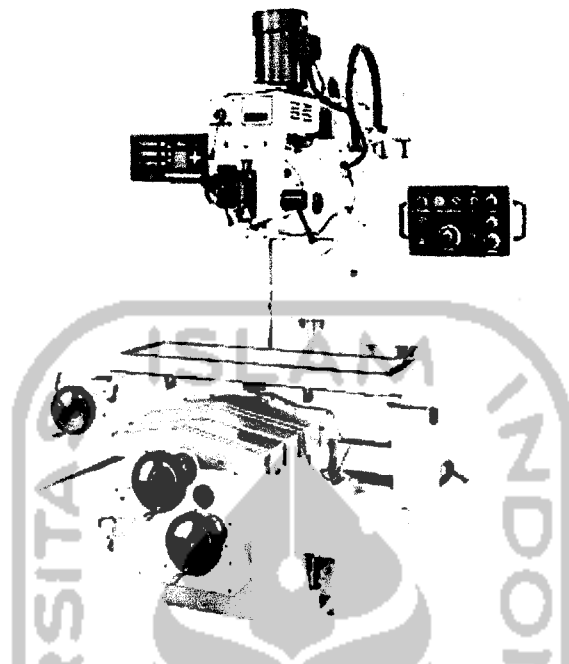
4. *Plunge rate* : Kecepatan turunnya pahat ketika akan memakan benda kerja (mm/sec).
5. *Spindle speed* : Kecepatan putar spindle (rpm).

*Software* PowerMill memiliki sistem data *transfer exchange* untuk menerima data dari file-file *software* CAD yang lain. Data output dari PowerMill berupa data G-code, data inilah yang akan di transfer ke mesin CNC untuk dilakukan proses pemesinan hingga menjadi sebuah produk.

### 2.5.3 CNC milling

Proses *milling* adalah proses menghilangkan material dengan menggunakan alat pemotong yang berputar. Proses *milling* merupakan proses yang banyak digunakan untuk membuat suatu bentuk motif tertentu pada bidang datar dengan gerak makan. Salah satu proses pemesinan CNC *Milling* adalah memakan melalui pahat silindris yang berputar dengan bagian tepi yang dipotong berkali-kali. Prinsip kerja pada proses ini adalah mengumpankan benda kerja kepada pisau potong yang berputar secara stasioner. Proses *milling* tidak hanya menghasilkan permukaan yang rata melainkan juga untuk menyelesaikan permukaan dengan berbagai macam relief. (Muin, 1989).

CNC (*Computer Numerical Control*) adalah sebuah istilah umum yang digunakan untuk suatu sistem yang mengontrol fungsi-fungsi mesin perkakas dengan menggunakan instruksi kode yang diproses oleh komputer. Kelebihan dalam menggunakan mesin CNC adalah Sangat fleksibel untuk membuat produk baru hanya diperlukan suatu program baru, meningkatkan kualitas dan akurasi dari produk, waktu produksi menjadi lebih singkat, mampu membuat bentuk yang kompleks profil 2D dan 3D, mudah dalam membuat dan menyimpan program, mencegah *human error*, lebih aman dalam operasional dan meningkatkan produktifitas secara keseluruhan. Adapun kerugian dari mesin CNC adalah biaya relatif mahal terutama untuk investasi awal, *maintenance* lebih sulit dan diperlukan programmer yang ahli dan terlatih. (Diktat mata kuliah pemrograman mesin CNC).

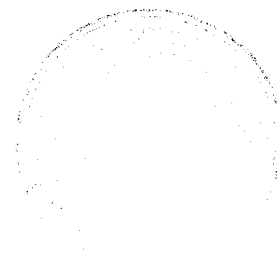


Gambar 2-11 Mesin CNC Milling

## 2.6 Pertukaran Data Antar Software

Merupakan suatu proses kolaborasi yang dilakukan antara *software* yang satu dengan *software* lainnya, proses ini dilakukan secara berkesinambungan dalam suatu proses produksi, mulai dari proses desain hingga sampai proses pemesinan. Pertukaran data antar *software* sangat penting, karena suatu proses tidak bisa masuk ke tahap selanjutnya apabila hal tersebut tidak berjalan dengan baik dan benar.

Setiap *software* mempunyai karakter yang berbeda-beda, oleh sebab itu tidak semua *software* dapat menerima maupun mengirim file datanya dari ataupun ke *software* lainnya (*data exchange*). Kebanyakan *software* hanya menerima file-file data tertentu saja, selain itu ada juga beberapa *software* yang khusus ataupun dapat langsung mengirim dan menerima file data tanpa merubah dahulu file data tersebut (mempunyai *link*).



## 2.7 Material

### 2.7.1 Material proses pencetakan tapak kaki

Alginat adalah suatu senyawa dalam bentuk garam dari asam alginat yang merupakan *polisakarida* berbentuk *gel* dan diekstraksi dari *algae* coklat. Natrium alginat berupa bubuk berwarna putih sampai kekuningan, tidak berbau dan berasa, larut dalam air, mengental membentuk *koloid*, tidak larut dalam alkohol, *kloroform*, *eter* serta asam dengan  $\text{pH} < 3$ .

Bahan cetak alginat adalah suatu bahan cetak golongan *hidrokoloid* bersifat elastis yang *irreversible*. Bahan utamanya adalah garam *Natrium*, *Kalium* atau *Ammonium* alginat yang larut dalam air. Menurut Ralph Phillips, komposisi bahan cetak alginat terdiri atas : *potasium alginat* 15%, *kalsium sulfat* 16%, *zink oksida* 4%, *potasium titanium fluorida* 3%, *diatomaceous earth* 60% dan *natrium fosfat* 2%. (Susiyawan, 1995).

Bahan cetak alginat merupakan bahan cetak yang paling banyak dipakai di bidang kedokteran gigi. Karena sifat bahan yang lebih cepat mengeras dan lebih aman digunakan dibandingkan menggunakan gypsum (proses pengeringan lebih lama dan menimbulkan panas saat mencetak), maka alginat dapat juga digunakan untuk mencetak organ tubuh lain. Salah satunya untuk mencetak kaki yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini.

Alginat tersedia dalam bentuk bubuk yang bila dicampur dengan air akan terbentuk adonan cair (*fluid sol*) bersifat *plastis*. Pada keadaan *plastis* diaplikasikan pada objek yang dicetak, proses pengerasan (*setting*) terjadi beberapa menit akibat terbentuknya *colloidal* yang padat tapi *fleksibel*. Perbandingan volume air : bubuk untuk yang normal yaitu 1:1. Apabila dikehendaki adonan yang lebih encer, jumlah/volume air ditambah. Adonan yang lebih encer akan lebih mudah mengalir (*flow* tinggi) ke tempat-tempat yang lebih sempit, dan pengerasan berjalan lebih lama.

*Kalium*-alginat yang tersisa setelah pengerasan mempunyai sifat mengeluarkan air (*sineresis*), atau dapat juga mengambil air (*imbibisi*). Hal ini

mempengaruhi kekerasan permukaan model dari *gips*, atau bila hasil cetakan negatif tidak segera dicor akan mengalami distorsi bentuk.

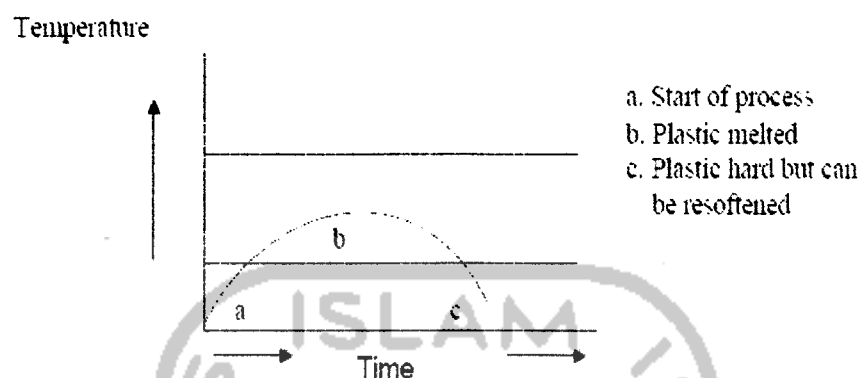
Keuntungan bahan cetak alginat yaitu: harganya murah, cukup akurat bila dipakai sesuai petunjuk penggunaan, pengadukan mudah, pengecoran mudah dan lebih aman penggunaannya. Kerugiannya adalah: terjadi perubahan bentuk, mudah sobek bila terlalu tipis, mempengaruhi kekerasan permukaan model, harus segera dicor. (*Craig dan O'Brein, 1992*).

### 2.7.2 Material alat penopang tapak kaki (*Orthotic Insole*)

Bahan utama *ortetic insole* berasal dari *polypropylene* (PP). (Diktat OrthoModel Workshop). Bahan *polypropylene* ini termasuk kedalam bahan plastik. Bahan plastik adalah suatu polimer yang mempunyai sifat-sifat unik dan luar biasa. Polimer adalah suatu bahan yang terdiri dari unit molekul yang disebut monomer. Jika monomernya sejenis disebut homopolimer, dan jika monomernya berbeda akan menghasilkan kopolimer.

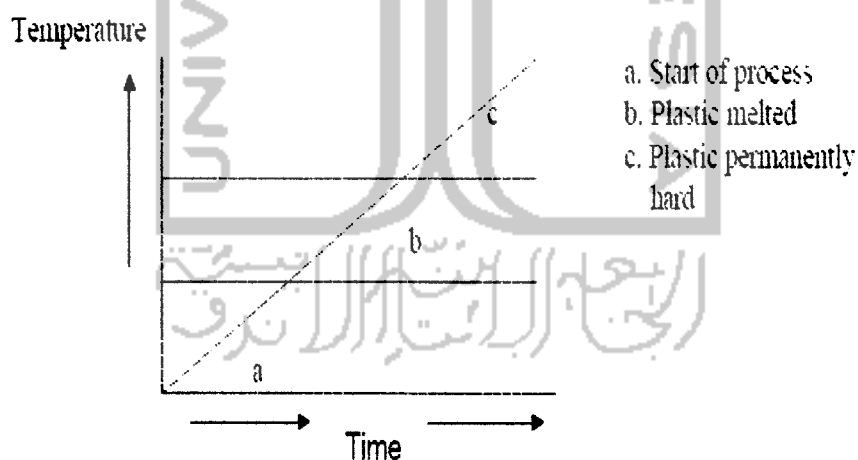
Polimer alam yang telah kita kenal antara lain : selulosa, protein, karet alam dan sejenisnya. Pada mulanya manusia menggunakan polimer alam hanya untuk membuat perkakas dan senjata, tetapi keadaan ini hanya bertahan hingga akhir abad 19 dan selanjutnya manusia mulai memodifikasi polimer menjadi plastik. Plastik yang pertama kali dibuat secara komersial adalah *nitrocelulosa*. Material plastik telah berkembang pesat dan sekarang mempunyai peranan yang sangat penting dibidang elektronika, pertanian, tekstil, transportasi, furniture, konstruksi, kemasan kosmetik, mainan anak – anak dan produk – produk industri lainnya.

Secara garis besar, plastik dapat dikelompokkan menjadi dua golongan, yaitu : plastik *thermoplast* dan plastik *thermoset*. Plastik *thermoplast* adalah plastik yang dapat dicetak berulang-ulang dengan adanya panas. Yang termasuk *plastic thermoplast* antara lain : PE (*Polyethylene*), PP (*Polypropylene*), PS (*Polysterene*), ABS (*Acrylonitrile Butadiene Styrene*), nylon, PET (*Polyethylene Terephthalate*), PC (*Polycarbonate*) dan lain-lain.



**Gambar 2-12 Plastik *thermoplast***

Sedangkan plastik *thermoset* adalah plastik yang apabila telah mengalami kondisi tertentu tidak dapat dicetak kembali karena bangun polimernya berbentuk jaringan tiga dimensi. Yang termasuk plastik *thermoset* adalah : PU (*Poly Urethane*), UF (*Urea Formaldehyde*), MF (*Melamine Formaldehyde*), *polyester*, *epoksi* dan lain-lain.



**Gambar 2-13 Plastik *thermoset***

Untuk membuat barang-barang plastik agar mempunyai sifat-sifat seperti yang dikehendaki, maka dalam proses pembuatannya selain bahan baku utama diperlukan juga bahan tambahan atau aditif. Penggunaan bahan tambahan ini beraneka ragam tergantung pada bahan baku yang digunakan dan mutu produk yang akan dihasilkan. Berdasarkan fungsinya, maka bahan tambahan atau bahan pembantu proses dapat dikelompokkan menjadi : bahan pelunak (*plasticizer*), bahan penstabil (*stabilizer*), bahan pelumas (*lubricant*), bahan pengisi (*filler*),

pewarna (*colorant*), *antistatic agent*, *blowing agent*, *flame retardant* dan sebagainya. (Surdia dan Saito, 1999).

### **POLYPROPYLENE (PP)**

*Polypropylene* adalah salah satu jenis plastik yang sangat baik bagi tubuh manusia. Plastik ini memiliki satu kelebihan dan satu kekurangan contohnya adalah:

1. Mampu menahan kimia meski dipanaskan dalam suhu tinggi (antara suhu 800° dan suhu 999°) inilah rekor terbaik bagi seluruh plastik.
2. Dapat pecah, meski tidak melukai diri sendiri dan orang lain. Plastik ini bisa pecah (bagi minuman yang dikemas dalam gelas plastik).



**Gambar 2-14 plastic jenis *polypropylene***

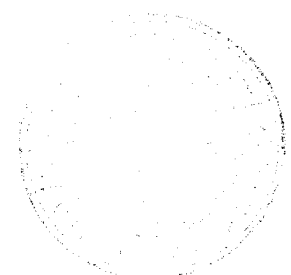
*Polypropylene* merupakan *polimer kristalin* yang dihasilkan dari proses *polimerisasi gas propilena*. *Propilena* mempunyai *specific gravity* rendah dibandingkan dengan jenis plastik lain. Sebagai perbandingan terlihat pada Tabel 2-1. (Surdia dan Saito, 1999).

**Tabel 2-1 Perbandingan *specific gravity* dari berbagai material plastik**

<b>Resin</b>	<b><i>Specific gravity</i> Kg/ m<sup>3</sup></b>
PP	0,85-0,90
LDPE	0,91-0,93
HDPE	0,93-0,96
Polistirena	1,05-1,08
ABS	0,99-1,10
PVC	1,15-1,65
Asetil Selulosa	1,23-1,34
Nylon	1,09-1,14
Poli Karbonat	1,20

**Tabel 2-2 Temperature leleh proses termoplastik**

<b>Processing Temperature Rate</b>	
<b>Materia</b>	<b>oC</b>
ABS	180 – 240
Acetal	185 – 225
Acrylic	180 – 250
Nylon	260 – 290
Poly Carbonat	280 – 310
LDPE	160 – 240
HDPE	200 – 280
PP	200 – 300
PS	180 – 260
PVC	160 – 180





*Polypropylene* mempunyai titik leleh yang cukup tinggi ( $190^{\circ}\text{C} - 200^{\circ}\text{C}$ ), sedangkan titik kristalisasinya antara  $130^{\circ}\text{C} - 135^{\circ}\text{C}$ . *Polypropylene* mempunyai ketahanan terhadap bahan kimia ( *hemical Resistance*) yang tinggi, tetapi ketahanan pukul (*impact strength*) nya rendah.

Penggunaan *polypropylene* dapat dijumpai pada wadah makanan, kemasan, pot tanaman, tutup botol obat, tube margarin, tutup lainnya, sedotan, mainan, tali, pakaian dan berbagai macam botol. (Imam, 2005).

## 2.8 Produk Desain

Sebuah desain produk akan dikatakan baik jika sesuai dengan kebutuhan konsumen baik dari sisi fungsi dan maupun bentuknya, mudah untuk dibuat/dilakukan proses pemesinan, murah dan dapat memberikan peluang kepada perusahaan dalam persaingan yang menguntungkan dan yang paling terpenting yaitu selalu mengedepankan konsep KISS (*keep it super simple*. (Ulrich dan Eppinger, 1995).

Kemampuan ataupun aktifitas desain yang berhubungan dengan inovasi sangatlah luas, tergantung dari produk apa yang akan dihasilkan dan untuk siapa (pengguna). Inovasi dan ide-ide desain tidaklah terbatas pada awal perencanaan desain, tetapi sudah harus dipikirkan penerapannya pada kemampuan produksi yang meliputi diantaranya pembuatan *tool*, *jig*, *mold*, dan sistematika desain proses produksi, yaitu kemudahan di dalam menentukan proses kerja produksi secara efisien dan ekonomis. Kecepatan perubahan rancangan produk akan dipengaruhi oleh kecepatan perkembangan teknologi, kerumitan produk dan proses, pemendekan siklus perancangan dan faktor-faktor organisasi. (Kaebernick dkk, 1997).

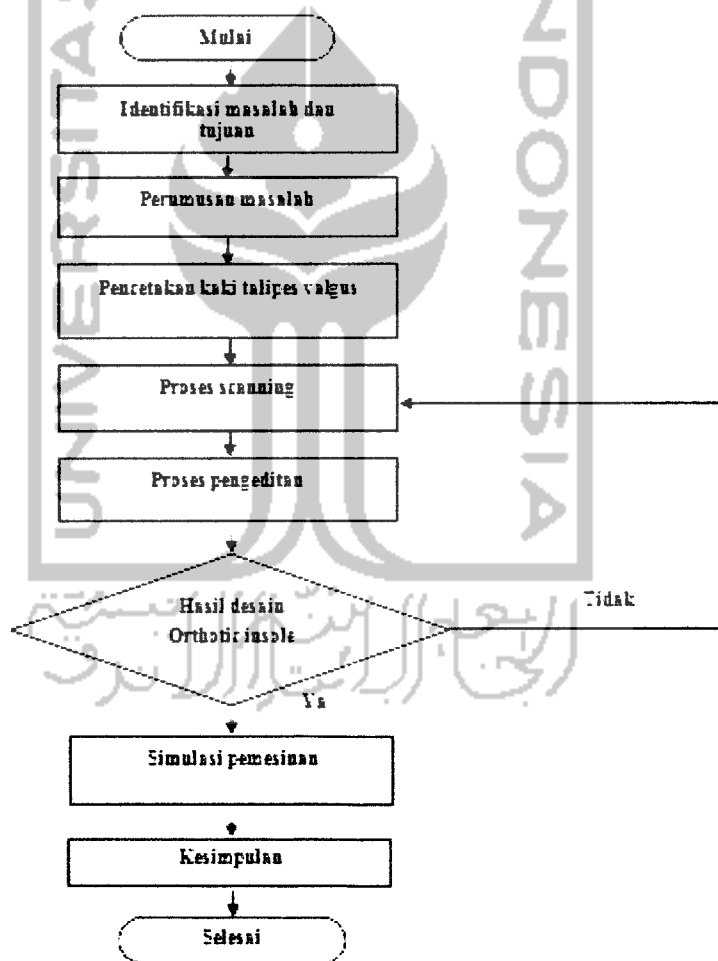
Cara konvensional untuk mendesain cetakan berdasarkan desain dan pengembangan produk menghabiskan banyak waktu dan biaya yang mahal. Simulasi komputer bisa digunakan untuk proses pengembangan yang cepat sebelum suatu investasi penting dilakukan. (Risdiyono, 2007).

## Bab 3

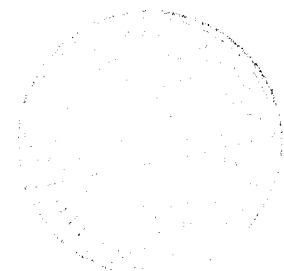
### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Tahapan-Tahapan Perancangan

Tahapan – tahapan dalam proses perancangan alat penopang kaki kelainan *talipes valgus* dapat dilihat pada diagram alir dibawah ini :



Gambar 3-1 Diagram alir



### 3.2 Peralatan Yang Digunakan

5. Alginat
6. Cetakan alginat berbentuk persegi panjang terbuat dari plastik tempat makanan dengan ukuran :
  - Panjang : 23 cm
  - Lebar : 17 cm
  - Tinggi : 3 cm
7. Mesin CNC Roland MDX20
8. Sensor RAPS (*Roland Active piezo Sensor*) pada mesin CNC MDX20

### 3.3 Pencetakan Tapak Kaki Talipes Valgus

Proses pencetakan tapak kaki *talipes valgus* bertujuan untuk mempermudah proses pencarian bentuk atau alur tapak kaki dalam proses *scanning*, karena dengan proses ini diharapkan akan didapat hasil yang mendekati bentuk tapak kaki sesuai aslinya. Dari hasil cetakan bentuk tapak kaki kemudian dilanjutkan pada proses selanjutnya yaitu proses *scanning*.

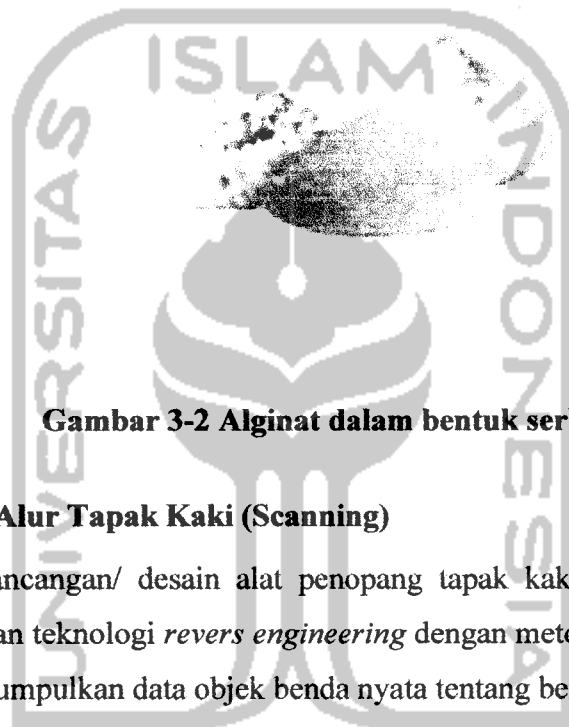
#### 3.3.1 Alginat

Alginat merupakan material yang digunakan dalam proses pencetakan, dari material alginat diharapkan menghasilkan cetakan tapak kaki dan jaringan sekitarnya. Karena harganya yang murah, mudah dimanipulasinya dan akurat sehingga digunakan material alginat dalam penelitian ini.

Secara umumnya komposisi alginat terdiri dari *potasium alginat*, *diatomaceous earth*, *zinc oxide*, *kalsium sulfat*, *potasium sulfat*, *sodium fosfat*, *glikol* serta bahan pewangi. Tiap komponen mempunyai fungsi tertentu dan mempengaruhi sifat-sifat bahan cetak alginat.

Bahan cetak biasanya dikemas dalam bentuk bubuk, untuk dimanipulasinya dicampur dengan air agar terjadi reaksi pengerasan. Pengerasan bahan cetak ini dibagi dua yaitu pengerasan cepat (*fast setting*) dan pengerasan normal (*normal setting*). Pada pembuatan alat penopang tapak kaki, tahap pencetakan merupakan salah satu faktor yang sangat berperan dalam menentukan

keberhasilan pembuwatan oleh karena itu cetakan alginat yang diperoleh harus akurat. Keakuratan ini dipengaruhi oleh bahan cetak alginat dan teknik mencetaknya. Serbuk alginat bisa dilihat pada gambar 3-2 dibawah ini.



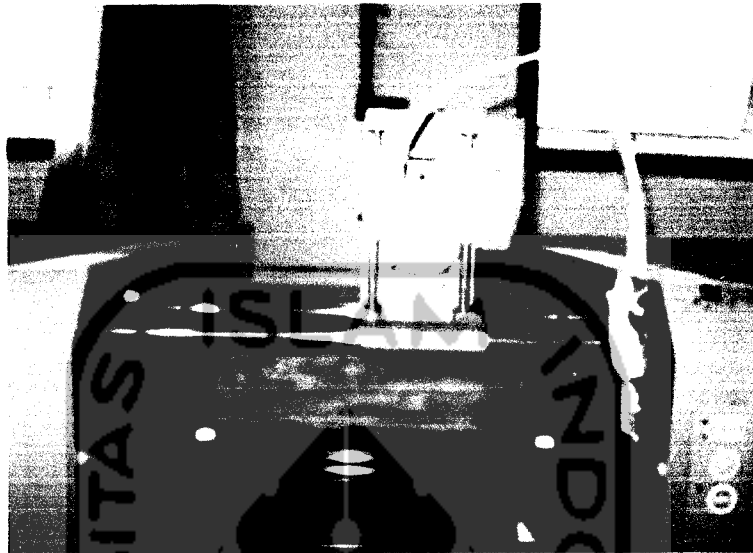
**Gambar 3-2 Alginat dalam bentuk serbuk**

### **3.4 Pencarian Alur Tapak Kaki (Scanning)**

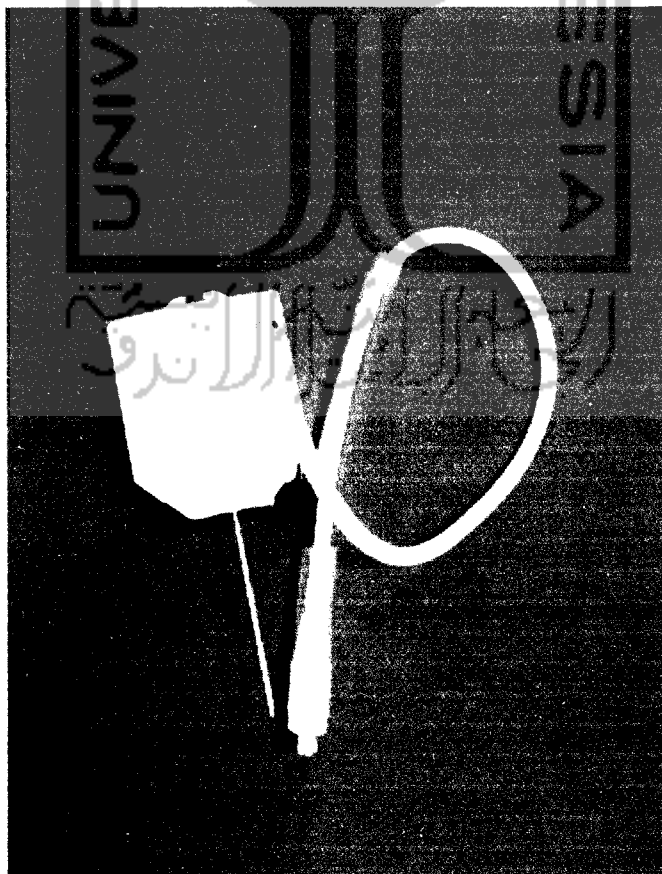
Dalam perancangan/ desain alat penopang tapak kaki kelainan *Talipes valgus* menggunakan teknologi *revers engineering* dengan metode *scanning* yaitu proses untuk mengumpulkan data objek benda nyata tentang bentuk atau alur yang kemudian dapat digunakan untuk membangun sebuah data digital.

Untuk mendapatkan data digital dari suatu objek nyata diperlukan mesin CNC Roland MDX20 dengan sensor (probe) yang berupa piezoelektrik yang berbentuk jarum. Sensor yang digunakan adalah RAPS (*roland active piezo sensor*) yang dioperasikan dengan program Dr. Picza.

Pada tugas akhir ini proses pencarian bentuk atau alur menjadi sebuah data digital dilakukan dengan menggunakan metode *scanning* satu tahap. Digunakannya metode satu tahap karena benda kerja yang akan dilakukan proses *scanning* tidak melebihi ukuran meja kerja pada mesin CNC. Mesin CNC Rolan type MDX20 mempunyai meja kerja berukuran 200 x 150 mm. Apabila benda kerja yang akan *discanning* melebihi ukuran meja kerja maka harus dilakukan proses *scanning* lebih dari satu tahap. Mesin CNC Rolan type MDX20 bisa dilihat pada gambar 3-3, sedangkan gambar 3-4 merupakan sensor RAPS.



**Gambar 3-3 Mesin CNC Roland MDX20**



**Gambar 3-4 Sensor RAPS**

## Bab 4

### PEMBAHASAN

Proses pembuatan desain alat penopang tapak kaki (*orthotic insole*) memerlukan beberapa tahap untuk mendapatkan hasil yang baik. Desain *orthotic insole* mengacu pada bentuk tapak kaki, bentuk tapak kaki manusia mempunyai kountur dan permukaan yang tidak rata dan melengkung sehingga dibutuhkan pemahaman yang baik dalam pembuatan desain. Diperlukan metode tertentu untuk menghasilkan desain yang sesuai bentuk tapak kaki. Pemilihan metode dengan cara membuat desain secara manual tidak efektif dikarenakan waktu yang dibutuhkan membuat desain memakan waktu yang cukup lama sehingga ini akan mengurangi efisiensi waktu yang diberikan.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut maka digunakan metode pencetakan tapak kaki dan metode *scanning*. Karena metode ini cukup efektif dan memiliki tingkat ketelitian yang baik. Tujuan dari metode ini adalah untuk mendapatkan alur atau bentuk tapak kaki dalam bentuk 3D (data digital). Hasil data dari proses *scanning* ini kemudian digunakan sebagai acuan pendesainan *orthotic insole*.

#### 4.1 Menentukan Kelainan Tapak Kaki

Kelainan tapak kaki pada manusia sangat bermacam-macam jenisnya, dari berbagai macam kelainan tapak kaki jenis *talipes* merupakan yang paling sering dijumpai, sehingga pengambilan keputusan dalam menentukan jenis kelainan tapak kaki dengan cara mengerucutkan jenis kelainan *talipes*. Dari jenis kelainan *talipes* kemudian dikerucutkan lagi menjadi satu jenis kelainan yaitu *talipes valgus*, karena jenis kelainan *talipes valgus* dalam salah satu tahapan terapi atau pemulihan menggunakan alat penopang tapak kaki (*orthotic insole*).

#### 4.1.1 Subjek Penelitian

Pasien yang mengalami kelainan *talipes valgus* diperoleh berdasarkan hasil penegakkan diagnosis dokter serta didukung oleh pemeriksaan penunjang foto x-ray (rontgen). Data lengkap mengenai pasien sebagai berikut :

Nama : Ratum miyanto.

Jenis kelamin : laki-laki.

Umur : 37 Tahun.

Berat badan : 53 Kg.

Tinggi : 165 cm.

Ukuran Sepatu : 38 (UK: 5).

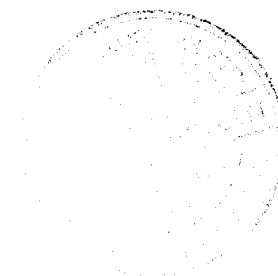
Mengalami kecacatan sejak berumur 5 tahun.

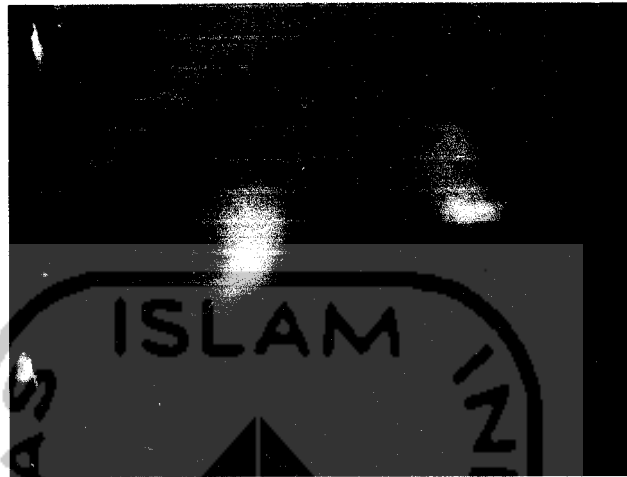
Koreksi pada bagian *medial side* (lengkungan dalam): 3 mm.

#### 4.2 Proses Pencetakan

Proses pembuatan cetakan tapak kaki menggunakan material alginat adalah sebagai berikut :

- Material alginat dicampur dengan air lalu diaduk sampai merata dengan perbandingan 1:1.
- Material alginat yang sudah di campur dimasukkan kedalam wadah plastik berbentuk persegi panjang.
- Kemudian dilakukan pencetakan dengan cara kaki dimasukkan kedalam wadah plastik yang telah berisi campuran alginat, tunggu sampai campuran alginat mengeras kemudian kaki diangkat maka akan didapat cetakan sesuai bentuk tapak kaki. Gambar 4-1 merupakan hasil pencetakan menggunakan material alginat.





**Gambar 4-1 Hasil proses pencetakan**

### **4.3 Proses scanning**

Adapun langkah-langkah dalam proses *scanning* ini adalah :

#### **4.3.1 Persiapan *scanning***

Persiapan yang perlu dilakukan sebelum melakukan proses *scanning* adalah sebagai berikut :

1. Hasil dari proses pencetakan yang berupa bentuk tapak kaki dari material alginat dipasang pada meja mesin CNC dengan perekat *double tape*.
2. Sensor RAPS dipasang pada mesin menggantikan *tool post* dengan menggunakan kunci L.

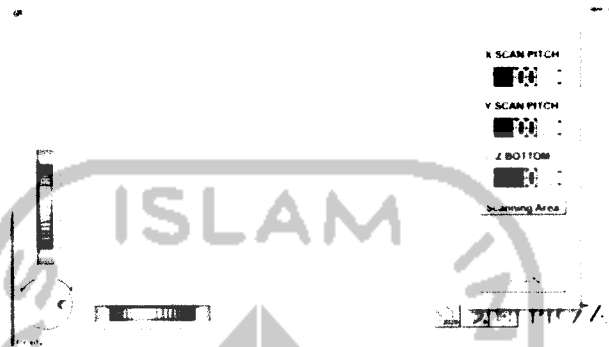
#### **4.3.2 Mengatur area *scanning***

Untuk mempersingkat waktu dalam proses *scanning* perlu dilakukan pengaturan area *scanning*, ini bertujuan untuk membatasi bagian-bagian yang akan dilakukan proses *scanning*. Adapun tahapan-tahapan yang perlu diperhatikan dalam penentuan area *scanning* ini adalah sebagai berikut :

1. Mesin dipastikan ON.
2. Pastikan lampu indikator menyala pada proses *scanning*.

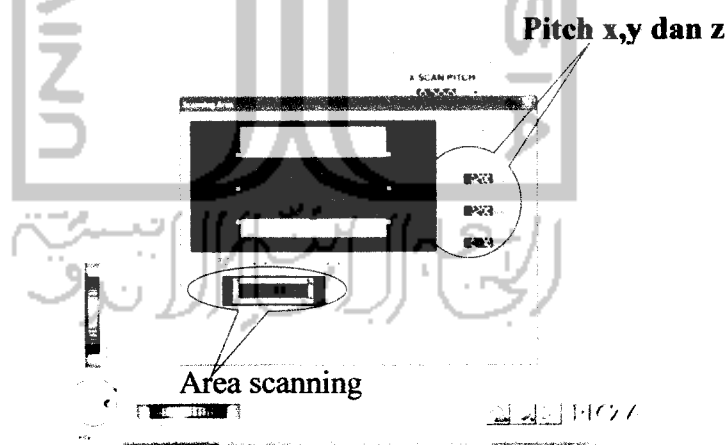


3. Buka program Dr. Picza dengan cara klik 2 kali *shortcut* Dr. Picza maka akan muncul tampilan seperti gambar 4-2.



**Gambar 4-2 Tampilan awal Dr.picza**

Pada *controller* dipilih *scanning area*. Berfungsi untuk mengatur area yang akan discan. Menentukan daerah scan arah X, menentukan daerah scan arah sumbu Y dan menentukan daerah scan arah bawah atau Z. Gambar 4-3 merupakan tampilan pengaturan area *scanning*.

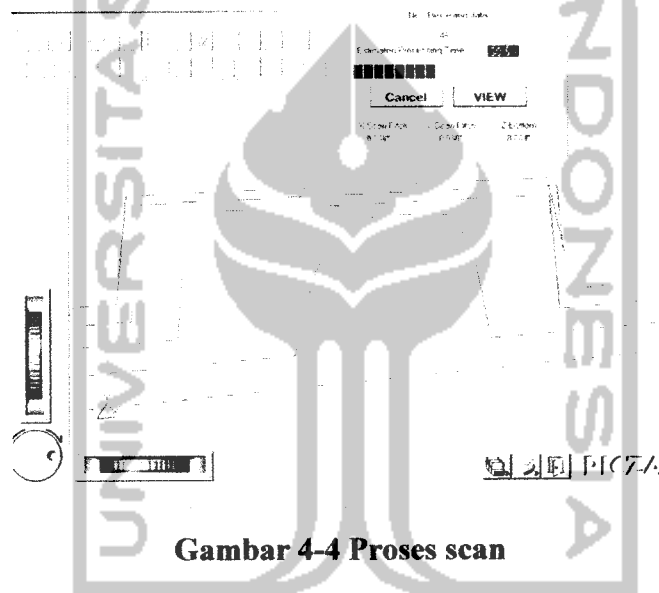


**Gambar 4-3 Area scanning dan pitch**

4. Langkah berikutnya adalah mengatur langkah pergerakan sensor dari masing-masing koordinat, pengaturan ini mempengaruhi ketelitian dari proses scan. Pengaturan langkah gerak sensor pada sumbu X : 0,20 inch (*X scan pitch*), pengaturan langkah gerak sensor arah sumbu Y : 0,20 inch (*Y scan pitch*) dan pengaturan langkah gerak sensor arah sumbu Z : 0,17 (*Z scan pitch*). Kemudian klik Ok untuk penyimpanan.

### 4.3.3 Scanning

Setelah pengaturan area *scanning* dan langkah gerak sensor selesai, langkah selanjutnya adalah proses *scanning*. Klik *scanning* maka proses scan mulai berjalan, tunggu hingga proses scan sampai 100% lalu jangan lupa menyimpan hasil scan dengan cara klik *file* pilih *save*. Gambar 4-4 memperlihatkan proses *scanning*, sedangkan gambar 4-5 merupakan hasil dari proses *scanning*.



Gambar 4-4 Proses scan



Gambar 4-5 Hasil scan

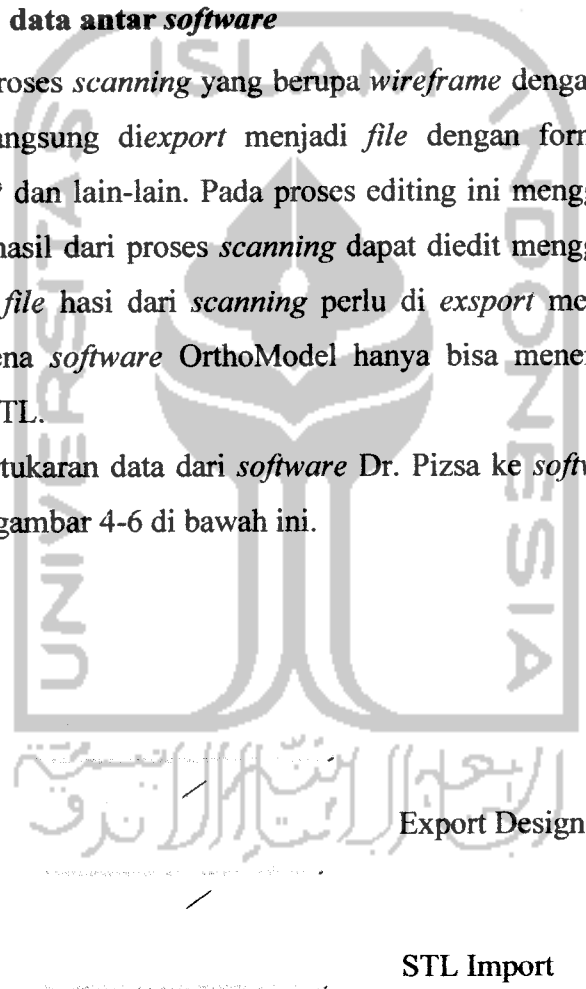
#### 4.4 Proses Desain

Setelah mendapatkan hasil dari proses scan langkah berikutnya adalah pembuatan desain. Proses-proses yang perlu dilakukan sebelum pembuatan desain antara lain :

##### 4.4.1 Pertukaran data antar software

Hasil dari proses *scanning* yang berupa *wireframe* dengan *extensi file .pix* kemudian dapat langsung diexport menjadi *file* dengan format IGES, DXF, VRML, STL, BMP dan lain-lain. Pada proses editing ini menggunakan *software* OrthoModel, agar hasil dari proses *scanning* dapat diedit menggunakan *software* OrthoModel maka *file* hasil dari *scanning* perlu di *exsport* menjadi *file* dengan *extensi* STL, karena *software* OrthoModel hanya bisa menerima *import* data dalam bentuk *file* STL.

Ilustrasi pertukaran data dari *software* Dr. Pizca ke *software* OrthoModel dapat di lihat pada gambar 4-6 di bawah ini.

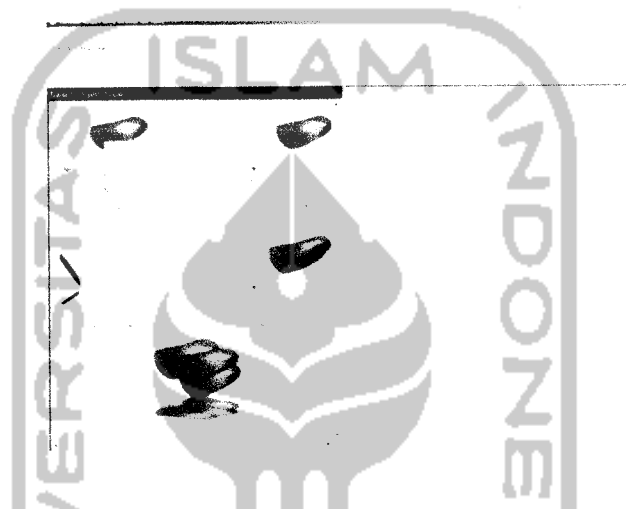


**Gambar 4-6 Ilustrasi proses *Dr pizca export to OrthoModel***

##### 4.4.2 Desain *orthotic insole*

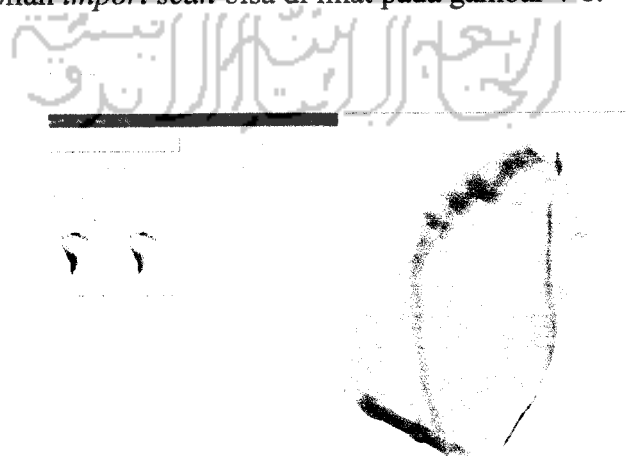
Proses selanjutnya adalah pembuatan desain dengan menggunakan data hasil *scanning* menggunakan *software* OrthoModel. Langkah-langkah perancangan desain adalah sebagai berikut :

1. Perancangan dimulai dari pengambilan data *orthotic insole* hasil proses *scanning* yang telah dimiliki dalam fitur OrthoModel. Data yang bisa diambil bermacam-macam data diantaranya adalah : *orthotic standar*, *anatomical orthotic* dan *foot positif*, setelah itu klik *next*. Gambar 4-7 memperlihatkan macam-macam data masukan yang bisa diterima *software* OrthoModel.

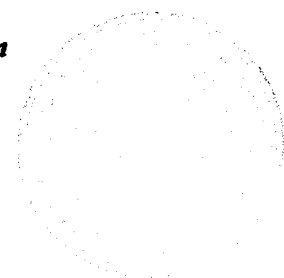


**Gambar 4-7** Macam-macam data masukan

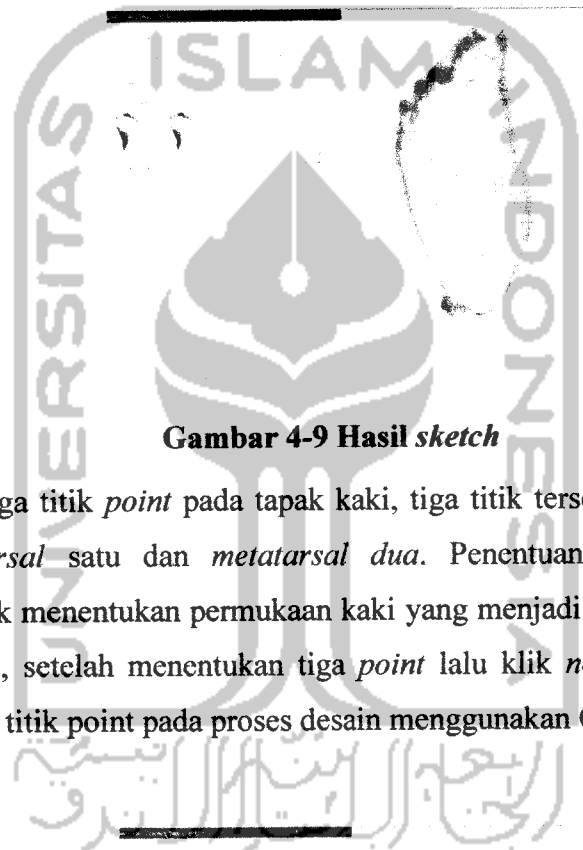
2. *Import scan*, merupakan pengambilan data berdasarkan bagian kaki yang discan, *import scan* dibagi menjadi dua yaitu bagian kanan kaki dan bagian kiri kaki. Tampilan *import scan* bisa di lihat pada gambar 4-8.



**Gambar 4-8** *Import scan*



3. Merapikan hasil *scan* dengan menggunakan *sketch* yang terdapat pada kotak dialog, disini bagian selain profil kaki yang dianggap tidak perlu dapat dibuang agar bentuk hasil scan lebih rapi dan bagus. Setelah selesai dirapikan kemudian klik *next*. Proses *sketch* ditunjukkan pada gambar 4-9 di bawah ini.



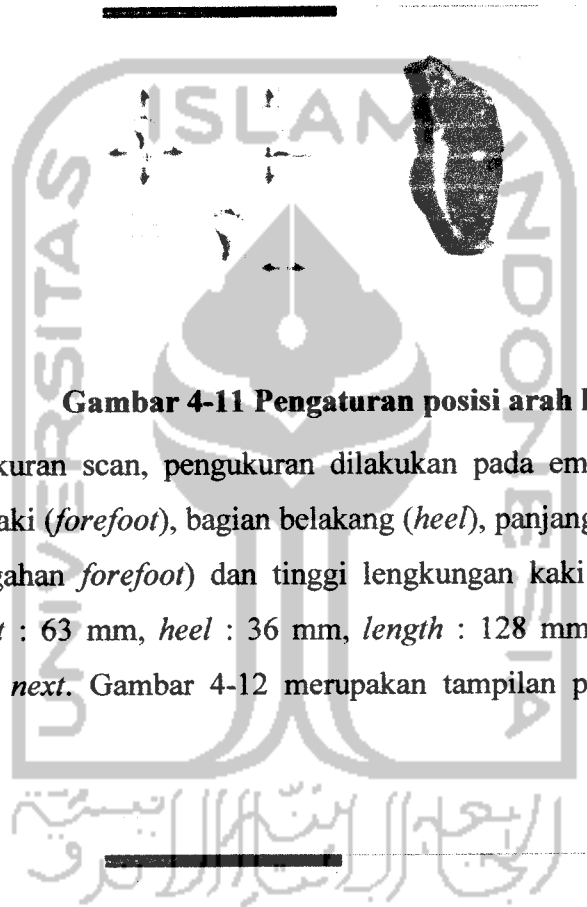
**Gambar 4-9 Hasil *sketch***

4. Menentukan tiga titik *point* pada tapak kaki, tiga titik tersebut terletak pada tumor, *metatarsal satu* dan *metatarsal dua*. Penentuan tiga titik *point* bertujuan untuk menentukan permukaan kaki yang menjadi acuan pembuatan *orthotic insole*, setelah menentukan tiga *point* lalu klik *next*. Gambar 4-10 penentuan tiga titik *point* pada proses desain menggunakan OrthoModel.

**Gambar 4-10 Penentuan tiga *point* pada tapak kaki**

5. Menentukan posisi arah kaki pada posisi X,Y,-X,-Y dan Z,-Z. Apabila masih ada permukaan bagian bawah tapak kaki yang lebih tinggi dari tiga *point* diatas maka perlu dinaikan atau diatur posisi arahnya agar tiga *point* tadi

posisinya lebih tinggi dibandingkan permukaan yang lain, kemudian klik *next*. Pengaturan posisi arah kaki dapat di lihat pada gambar 4-11 di bawah ini.



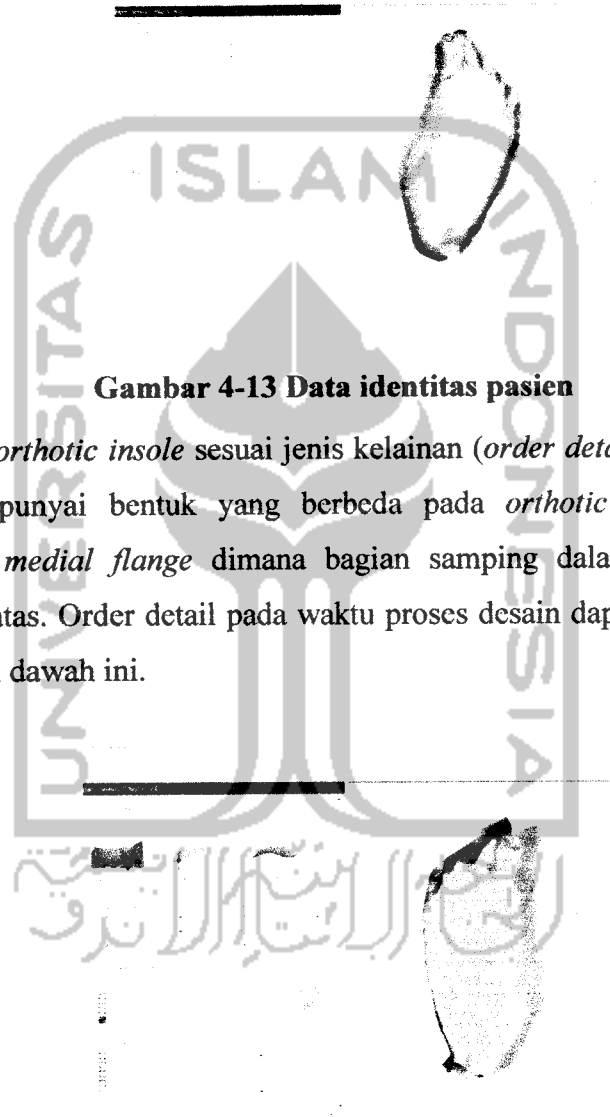
**Gambar 4-11 Pengaturan posisi arah kaki**

6. Menentukan ukuran scan, pengukuran dilakukan pada empat bagian yaitu bagian depan kaki (*forefoot*), bagian belakang (*heel*), panjang (dari ujung *heel* sampai pertengahan *forefoot*) dan tinggi lengkungan kaki (*arch*). Panjang ukuran *forefoot* : 63 mm, *heel* : 36 mm, *length* : 128 mm, *arch* : 26 mm, kemudian klik *next*. Gambar 4-12 merupakan tampilan penentuan ukuran scan.

**Gambar 4-12 Menentukan ukuran scan**

7. Pengisian data identitas pasien, data identitas yang perlu diisi meliputi nama, ID, *base model*, ketebalan *insole* dan ukuran sepatu. Klik *next* untuk

melanjutkan pada tahap berikutnya. Gambar 4-13 merupakan tampilan pengisian data identitas pasien.



**Gambar 4-13 Data identitas pasien**

8. Memodifikasi *orthotic insole* sesuai jenis kelainan (*order detail*), setiap jenis kelainan mempunyai bentuk yang berbeda pada *orthotic insole*. Disini menggunakan *medial flange* dimana bagian samping dalam *insole* lebih melengkuk keatas. Order detail pada waktu proses desain dapat di lihat pada gambar 4-14 di bawah ini.

**Gambar 4-14 Order detail**

9. Desain *orthotic insole*, Setelah melalui beberapa tahapan diatas *software* OrtoModel melakukan *automated generate* sehingga menghasilkan desain *orthotic insole* kelainan *talipes valgus* dapat dilihat pada gambar 4-15.

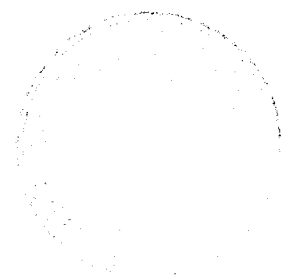


**Gambar 4-15 Desain *orthotic insole***

10. Penambahan lengkungan *orthotic insole*, berfungsi menambahkan tinggi lengkungan sesuai rekomendasi dari dokter yang bersangkutan, dapat di lihat pada gambar 4-16 di bawah ini.

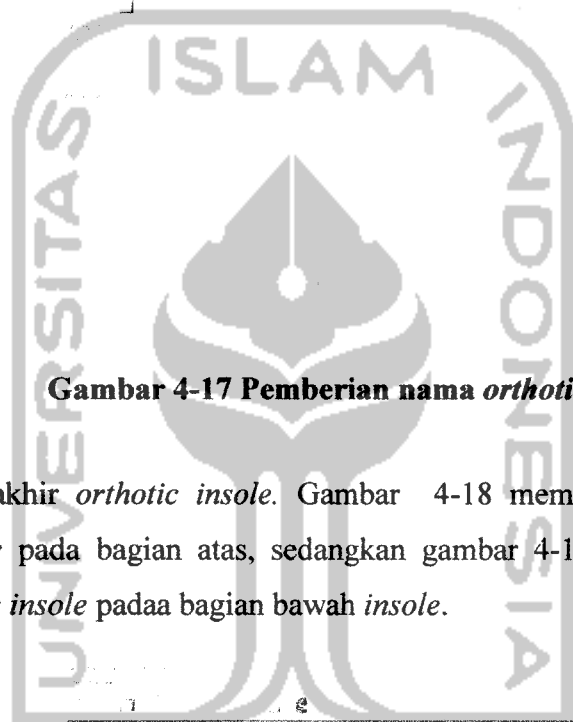


**Gambar 4-16 Penambahan lengkungan pada *insole***



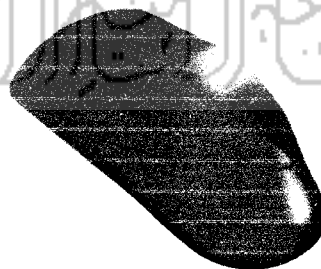


11. Pemberian merek atau nama *orthotic insole* dapat dilihat pada gambar 4-17 di bawah ini.

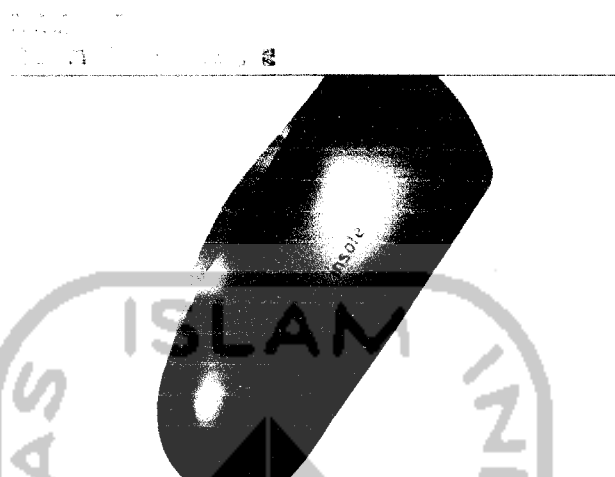


**Gambar 4-17 Pemberian nama *orthotic insole***

12. Hasil desain akhir *orthotic insole*. Gambar 4-18 memperlihatkan desain *orthotic insole* pada bagian atas, sedangkan gambar 4-19 memperlihatkan desain *orthotic insole* pada bagian bawah *insole*.



**Gambar 4-18 *Orthotic insole* tampak atas**



**Gambar 4-19 Orthotic insole tampak bawah**

Proses pendesainan mengalami permasalahan pada penentuan titik *point* yang tidak tepat, ketidak tepatan penempatan titik *point* akan sangat berpengaruh pada hasil desain. Dalam penelitian ini penentuan titik *point* dilakukan dengan cara manual, ini dilakukan karena keterbatasan alat yang dimiliki.

Agar penentuan titik *point* dapat tepat pada masing-masing bagian yang perlu di perhatikan adalah : bagian yang dipilih merupakan bagian yang permukaan paling menonjol atau tinggi, penentuan titik harus sesuai bagian yang dianjurkan yaitu : pada tumit, *metatarsal* satu dan *metatarsal* dua.

## **4.5 Simulasi Pemesinan**

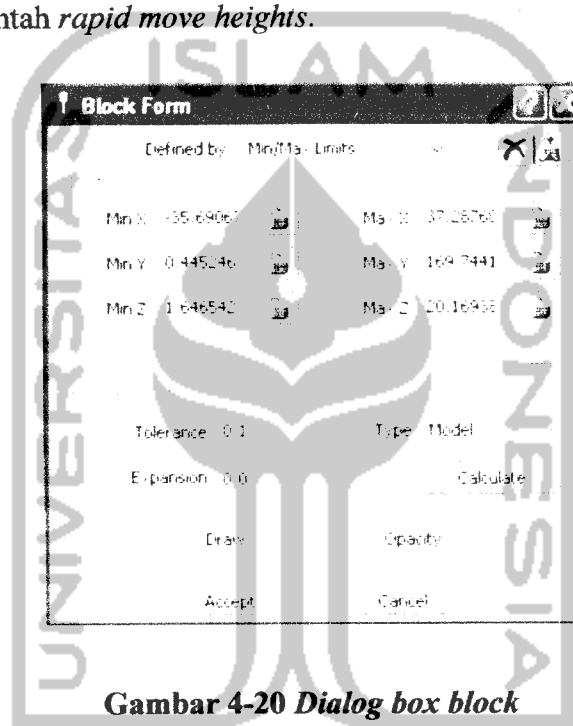
### **4.5.1 Menentukan strategi dan parameter pemesinan dengan software PowerMILL**

PowerMILL sangat membantu dalam menentukan strategi dan parameter dalam pemesinan. Langkah-langkah pemesinan adalah sebagai berikut :

#### **A. menentukan strategi dan parameter pemesinan bagian atas**

1. Desain jadi *orthotic insole* diimport dengan menggunakan perintah yang ada pada PowerMILL.

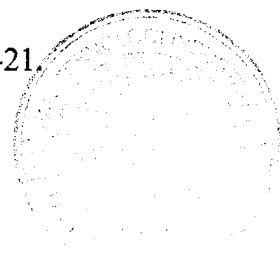
2. Menentukan ukuran dari benda kerja yang akan dibuat dengan menggunakan perintah *block*. Pada dialog *box* dipilih tombol *calculated* untuk menentukan ukuran dari benda kerja secara otomatis, dapat di lihat pada gambar 4-20 di bawah ini.
3. Mengatur tinggi aman naiknya gerak pahat agar tidak mengenai benda kerja digunakan perintah *rapid move heights*.



Gambar 4-20 Dialog box block

4. Agar mendapat hasil produk yang berkualitas dan memakan waktu pemesinan relatif singkat, ada dua strategi proses pengerjaan yang perlu dilakukan dalam pemesinan. Untuk proses yang pertama digunakan 3D *clearance* dengan strategi pemesinan berupa *raster area clear*. Proses berikutnya adalah *finishing* dengan strategi pemesinan berupa *raster finishing*. Parameter-parameter seperti *stepdown* (untuk menentukan kedalaman pemakanan) dan *stepover* (untuk menentukan lebar pemakanan) juga harus diperhatikan dalam pemesinan. Pada pembuatan *orthotic insole* digunakan *stepdown* sebesar 0,7 mm dan *stepover* sebesar 1,3 mm.

Pengaturan strategi *raster* dapat di lihat pada gambar 4-21.

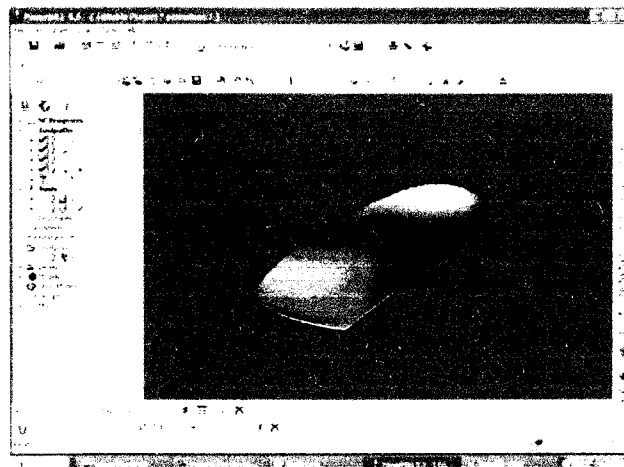




**Gambar 4-21 Dialog box raster area clearance**

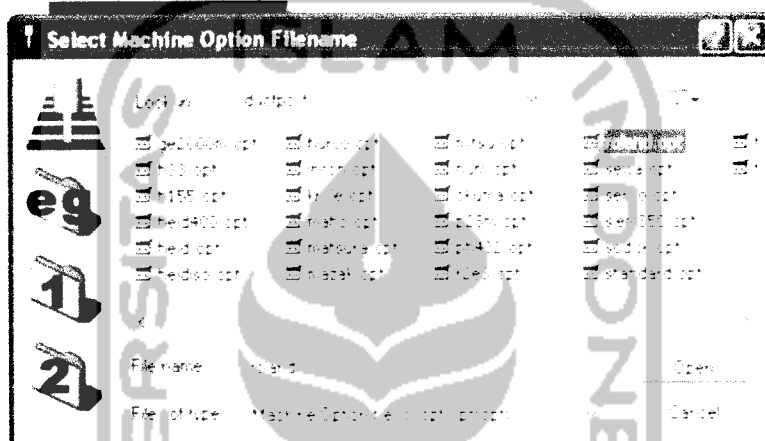
Jenis pahat yang dipakai dalam pemesinan adalah *ballnosed*. Proses 3D *area clearance* digunakan diameter pahat sebesar 4 mm dan 2 mm untuk proses *finishing*.

5. Hasil simulasi gerakan pahat terhadap benda kerja dapat dilihat dengan perintah *ViewMill toolbar*. Gambar 4-22 merupakan hasil simulasi pergerakan pahat pada pengerjaan bagian atas.



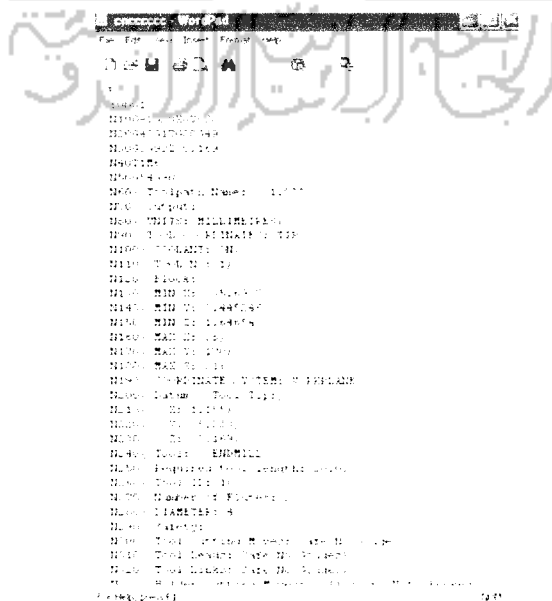
**Gambar 4-22 Hasil simulasi bagian atas**

6. Menuliskan NC program. Pada *dialog box NC program* harus ditentukan jenis mesin yang harus digunakan. Ada berbagai jenis pilihan mesin yang dapat digunakan. Untuk proses pemesinan menggunakan mesin CNC Roland EGX 600 digunakan jenis mesin Roland, opt. Pemilihan jenis mesin di lihat pada gambar 4-23 di bawah ini.



**Gambar 4-23** Pemilihan jenis mesin

7. Hasil *output NC program* dapat dilihat dengan menggunakan *Wordpad*. Gambar 4-24 merupakan data *NC program* dari *software PowerMill*



**Gambar 4-24** Data output NC program

8. Mentransfer data dari *output NC program* ke mesin CNC Milling Roland EGX 600.
- B. Menentukan strategi dan parameter pemesinan bagian bawah
1. Membuat *Workplanes*, klik kanan *mouse* lalu klik *creat Workplanes* setelah itu klik kanan *Workplanes* baru pilih *rotate* sumbu Y putar  $180^\circ$  lalu klik centang.
  2. *Workplanes* yang telah dibuat lalu diaktifkan dengan cara klik kanan lalu pilih *activate*.
  3. Untuk langkah selanjutnya sama dengan penentuan strategi dan parameter bagian atas yaitu mulai no 2 samapai no 7.
  4. Setelah keluar *NC program* kemudian ditransfer ke mesin cnc Roland EGX 600.

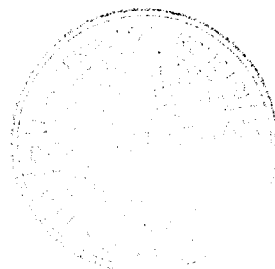
Gambar 4-25 di bawah ini menunjukkan hasil simulasi pengerjaan bagian bawah menggunakan *software* PowerMill.



**Gambar 4-25 Hasil simulasi bagian bawah**

#### 4.6 Penggunaan Material Alginat

Alasan pemilihan material alginat dalam proses pencetakan tapak kaki adalah alginat berbahan dasar *natrium* alginat yang berbentuk serbuk putih kekuningan, yang mempunyai sifat mudah urai, mudah diolah, lebih ekonomis, mudah mendapatkannya, cepat dalam proses pencetakan, tidak panas serta aman dalam penggunaannya.



Hasil pencetakan dengan material alginat sangat sesuai bentuk tapak kaki aslinya, Sehingga sangat dianjurkan menggunakan bahan alginate dalam proses pencetakan.

#### 4.7 Permasalahan

##### 4.7.1 Pencetakan tapak kaki

Proses pencetakan tapak kaki menggunakan material alginat mengalami permasalahan pada saat proses pencampuran serbuk alginat dengan air dan terjadi penyusutan atau perubahan bentuk cetakan bila disimpan terlalu lama.

Untuk mengatasi masalah tersebut yang perlu dilakukan adalah : Proses pencampuran atau pengadukan serbuk alginat dengan air harus dengan perbandingan atau takaran yang sesuai petunjuk penggunaan, setelah pencampuran selesai harus segera dilakukan proses pencetakan, ini dilakukan untuk mencegah pengerasan sebelum pencetakan. Penyusutan atau perubahan bentuk terjadi apabila hasil cetakan lebih dari 24 jam. Untuk mengatasi masalah tersebut maka harus segera dilakukan proses berikutnya yaitu *scanning* agar bentuk atau alur sesuai dengan aslinya.

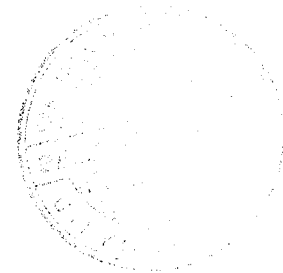
##### 4.7.2 Desain *orthotic insole*

Desain *orthotic insole* dibuat dengan menggunakan *software* OrthoModel. *Software* OrthoModel memiliki kelemahan pada proses *transfer data*. Hasil desain OrthoModel hanya bisa ditransfer dalam bentuk *file* dengan *exstensi file dmt* (*delcam machining triangles*). *File dmt* bisa diterima *software* lain namun tidak dapat dilakukan pengeditan atau perbaikan desain.

##### 4.7.3 Pemesinan

Hasil desain dari OrthoModel seharusnya langsung dilakukan simulasi pemesinan dengan menggunakan *software* OrthoMil, namun karena keterbatasan *software* sehingga *software* OrthoMil digantikan dengan *software* PowerMILL.

Digunakan PowerMill karena *software* ini memiliki kemampuan *inport data file* dengan *exstensi file dmt*. Sehingga hasil desain dari OrthoModel langsung bisa dilakukan penentuan strategi dan parameter pemesinan kemudian dilakukan pemesinan. Kendala yang dihadapi dengan menggunakan PowerMill adalah pencekaman pada waktu pemasangan benda kerja, karena pada proses pemesinan semua bagian dari benda kerja habis termakan sehingga hanya menyisakan bentuk *insole*, ini menyebabkan benda kerja tidak dapat dicekam lagi.





## **Bab 5**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dalam melakukan proses Pembuatan desain alat penopang tapak kaki (*orthotic insole*) jenis kelainan *talipes valgus* menggunakan *software* OrthoModel ada beberapa tahapan yang harus dilakukan, yaitu proses *scanning* merupakan salah satu tahapan dalam penelitian ini, karena hasil dari proses *scanning* ini yang akan dijadikan dasar pendesainan menggunakan *software* Orthomodel.

Proses pencetakan menggunakan material alginate sangat berpengaruh pada hasil desain *orthotic insole*, semakin detail informasi yang didapat pada waktu pencetakan maka akan semakin baik pula hasil desain yang dihasilkan.

*Software* OrthoModel memberikan kemudahan dalam pembuatan desain *orthotic insole*, dengan mengikuti beberapa tahapan OrthoModel secara *automated generate* membuat desain *orthotic insole* berdasarkan data hasil *scanning*. Sehingga proses desain dapat dikerjakan dengan efektif karena waktu yang dibutuhkan membuat desain memakan waktu yang cepat sehingga akan meningkatkan efisiensi waktu pembuatan.

#### **5.2 Saran**

Saran-saran berikut diberikan untuk pengembangan penelitian selanjutnya:

1. Proses pencetakan sangat berpengaruh pada hasil desain, sehingga dianjurkan menggunakan material pencetak yang benar-benar bagus.
2. Sebaiknya menggunakan *scanning* yang memiliki kemampuan proses scan cepat agar waktu yang dibutuhkan dalam prosdes *scanning* tidak lama.
3. *Software* yang digunakan proses simulasi dan pemesinan sebaiknya menggunakan *OrthoMill* karena *OrthoMill* memiliki fitur-fitur khusus dalam penentuan strategi pemesinan untuk *orthotic insole* yaitu memiliki fitur *tab* yang memberikan kemudahan dalam pemberian pencekam pada waktu proses pemesinan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Richard E. Behrman, Robert M Kliegman, ann M. Arvin., *Masalah-Masalah ortopedi dalam Ilmu Kesehatan Anak Nelson*. terjemahan A.Samik. Wahab – Ed.15 – Vol. 3.Jakarta : EGC, 2000.
- Solomon Louis, Apley A. Graham, Edisi Ketujuh., *Buku Ajar Ortopedi dan Fraktur Sistem Apley.*, 1995.
- Irianto, K., *Struktur dan Fungsi Tubuh Manusia*. Yrama Widya. Jakarta, 2004.
- Craig,R.G.; O'Brien W.J.; Powers, J.M. *Dental Materials, Properties & Manipulation*. CV.Mosby. St.Louis. 1992.
- Delcam plc., *Reference Manual "PowerMill"*. Brimingham, B10 0HJ. Engaland., 2002
- A. Muin, syamsir., *Dasar-dasar perancangan Perkakas dan mesin-mesin perkakas*. Raja Jakarta : wali pers. 1989.
- Surdia, Tata & Saito, Shinorku., *Pengetahuan Bahan Teknik*, Pradnya Paramita, Jakarta.1999
- Susiyawan H., *Evaluasi proses ekstraksi natrium alginat dari algae laut jenis Sargasum Polycystum : 4-5*. Tesis, Institut Pertanian Bogor, Indonesia, 1995.
- Mikell P. Groover dan Emory W. Zimmers, Jr., *CAD/CAM Computer Aided Design and Manufacturing*. New Delhi : Prentice Hall of India, 1987.
- Serope Kalpakjian dan Steven R, Schmid., *Manufacturing, Engineering and Technology, Fifth edition*. New Jersey : Pearson Education, Inc. 2006.
- Ulrich K. T., dan D.Eppinger., *Product Design and Product Development*. Singapore : McGraw Hill, 1995
- Kaebnick H., Farmer L. E., Mozar S., *Concurrent Product and Process Design*. Sydney : UNSW, 1997.
- Risdiyono., *Die Design And Numerical Simulation For Die Casting. The 3<sup>rd</sup> International Conference on Product Design & Development*. Jogjakarta, Indonesia. 2007.

Imam Mujiarto., *Sifat Dan Karakteristik Material Plastik Dan Bahan Aditif*. 2005.

Wibowo, D.B.2006., *Memahami Reverse Engineering melalui Pembongkaran Produk Di Program S-1 Teknik Mesin*.

Diktat Mata Kuliah Pemrograman Mesin CNC.

Diktat OrthoModel Workshop Delcam. 2009.

[http://www.drfoot.co.uk/Orthotic\\_Insoles.htm](http://www.drfoot.co.uk/Orthotic_Insoles.htm). 2008.

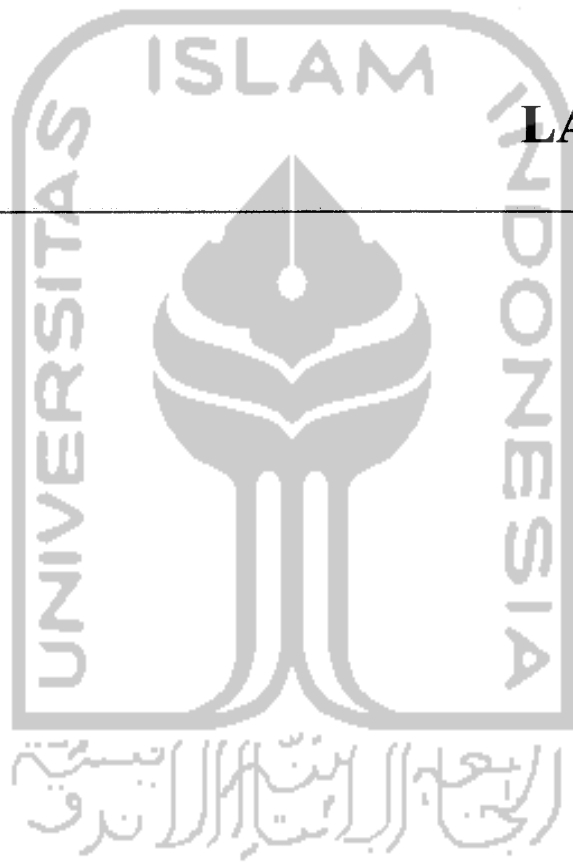
[http://www.wikipedia-Reverse\\_engineering.htm](http://www.wikipedia-Reverse_engineering.htm).

<http://www.schuh-einlagen.ch/fusslexikon.htm>. 2009.

<http://www.digitalefolien.de/biologi...lett/fuss.html>. 2008.

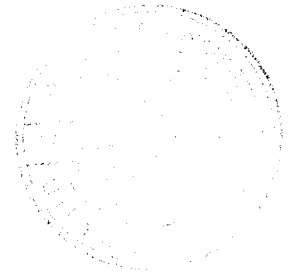
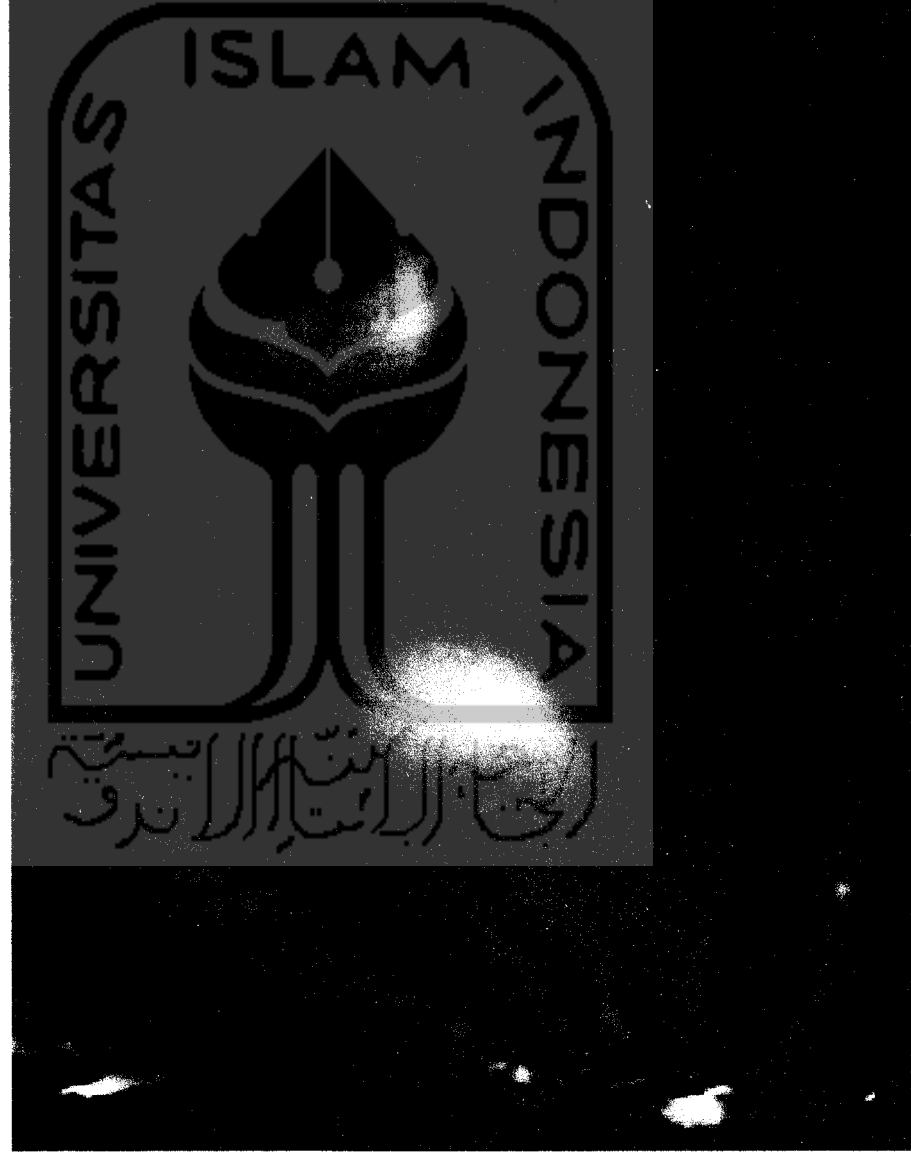
Dorland's Medical Dictionary for Health Consumers. 2007.





**LAMPIRAN**

**Lampiran 1**  
**Gambar Hasil Proses Pencetakan**



**Lampiran 2**  
**Gambar Hasil Proses Scanning**



**Lampiran 3**  
**Gambar Hasil Desain Alat Penopang Tapak Kaki (Pandangan Ventral).**



**Gambar Hasil Desain Alat Penopang Tapak Kaki (Pandangan Lateral).**





## Lampiran 4

### Spesifikasi mesin MDX-20

MODEL	MDX-20
XY table size	8-5/8"(X). x 6-1/4"(Y) (220 mm x 160 mm)
Max. operation area	8 "(X) x 6 " (Y) x 2-3/8" (Z) (203.2mm x 152.4mm x 60.5mm)
Max. table load weight	2.2 lb. (1000 g)
Interface	Serial (RS-232C)
Control keys	STANDBY key, VIEW key, TOOL-UP key, TOOL-DOWN key,
LED	SCANNING MODE LED, MODELING MODE LED, VIEW LED
Power consumption	Exclusive AC adapter (DC+19V 2.1 A)
Acoustic noise level	Standby mode : under 35 dB (A) Operation mode (not cutting) : under 70 dB (A) (According to ISO 7779)
External dimensions.	18-13/16"(W) x 15-1/16"(D) x 12-1/16"(H) (476.8 mm x 381.6 mm x 305 mm)
Weight (unit only)	30.2 lb. (13.7 kg)
Operation temperature	41—104°F (5 to 40°C)
Operation humidity	35 to 80 % (no condensation)
Accessories	AC adapter: 1, power code: 1, Roland Software Package CD-ROM: 1, spindle unit: 1, sensor unit: 1, cap screw M4x15 : 4, tool:1, set screw M3x3 : 2, double-sided tape: 1, front cover: 1, hexagonal wrench (size: 3 mm) :1, hexagonal wrench (size : 1.5 mm): 1 positioning pins: 3, clay: 1, MDX-20/15 user's manual:

## Lampira 4

### Modeling Functions

Tool chuck	6 mm or 1/8 in. tool chuck included
Spindle motor	10W (DC motor)
Software resolution	0.000984 in./step (0.025 mm/step)
Mechanical resolution	0.000246 in./step (0.00625 mm/step)
Revolution speed	6500 rpm
Feed rate	0.00393 to 9/16 in./sec. (0.1 to 15 mm/sec.)
Acceptable material	Wood, Plaster, Resin (modeling wax, styrenform), Chemical wood, Aluminum (A5052 according to JIS), Brass
Acceptable tool	Endmil, Drill

### Scanning Functions

Sensor	Roland Active Piezo Sensor (R.A.P.S.) Probe length 60 mm (2-5/16 in.), tip bulb diameter 0.08 mm (0.00315 in.)
Scanning method	Contacting, mesh-point height-sensing
Scanning pitch (Dr. PICZA)	X/Y-axis directions -- 0.002 to 0.20 in. (0.05 to 5.00 mm) 0.002 in. (settable in steps of 0.05 mm ) Z-axis direction -- 0.000984 in. (0.025 mm)
Scanning speed	4—15 mm/sec. (1/8—9/16 in./sec.)
Exportable file formats	DXF, VRML, STL, 3DMF, IGES, Grayscale, Point Group and BMP

### Interface Specification

Standard	RS-232C specifications
Transmission method	Asynchronous, duplex data transmission
Transmission speed	9600 bps
Parity Check	None
Data Bits	8 bits (fixed)
Stop Bits	1 bits (fixed)
Handshake	Hardwire



JURUSAN TEKNIK MESIN

## FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Sekretariat : Gedung Fakultas Teknologi Industri Uli Kampus Terpadu Lantai II Sayap Timur Jalan Kaliurang Km 14,4 Sleman 55001  
Telp. 0274-895287 ext 147 Fax. 0274-895007 ext 148 Hunting 0274-7498015

### KARTU KONSULTASI TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Bahtiar Amirul Fahmi  
No. Mahasiswa : 05525026  
Pembimbing : Paryana Puspaputra, Ir., M.Eng

BULAN	MINGGU	KEGIATAN	HASIL	ANALISIS	RENCANA (PERBAIKAN)	PARAF
Mei 2009	1	Penyerahan Proposal Tugas Akhir.	Deal	Deal	Deal	
Mei 2009	2	Mencari penderita kelainan kaki		Pencarian ke Rumah sakit dan dinas sosial	Mencari ke rumah sakit- rumah sakit	
Mei 2009	3	Mencari penderita kelainan kaki	Kelainan kaki talipes equinovarus	Jenis kelainan kaki talipes equinovarus	Mencetak kelainan kaki	
Mei 2009	4	Mencari material untuk mencetak kelainan kaki	- Alginate	Jenis material yang mudah dibentuk dan aman digunakan	Mencetak kelainan kaki	



**JURUSAN TEKNIK MESIN**

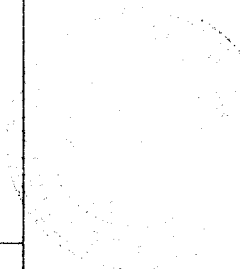
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Sekretariat : Gedung Fakultas Teknologi Industri Ull Kampus Terpadu Lantai II Sayap Timur Jalan Kaliurang Km 14,4 Sleman 55001  
Telp. 0274-895287 ext 147 Fax. 0274-895007 ext 148 Hunting 0274-7498015

**KARTU KONSULTASI TUGAS AKHIR**

Nama Mahasiswa : **Bahtiar Amirul Fahmi**  
No. Mahasiswa : **05525026**  
Pembimbing : **Paryana Puspaputra, Ir., M.Eng**

BULAN	MINGGU	KEGIATAN	HASIL	ANALISIS	RENCANA (PERBAIKAN)	PARAF
Juni 2009	2	Mencetak kelainan kaki	- Hasil cetakan algiane	permukaan cetakan kasar	Alternatife material lain	
Juni 2009	3	Mencetak kelainan kaki	- Cetakan dari wax	Bentuk lebih halus	Pengenalan dan pembelajaran proses scanning	
Juni 2009	4	Pengenalan dan pembelajaran proses scanning menggunakan mesin CNC MDX 20	Data digital, IGES file	Kesulitan dalam proses belajar otodidak	Pembelajaran proses scanning secara mendalam	





## JURUSAN TEKNIK MESIN

### FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Sekretariat : Gedung Fakultas Teknologi Industri Ull Kampus Terpadu Lantai II Sayap Timur Jalan Kaliurang Km 14,4 Sleman 55001  
Telp. 0274-895287 ext.147 Fax. 0274-895007 ext.148 Hunting 0274-7498015

### KARTU KONSULTASI TUGAS AKHIR

**Nama Mahasiswa** : Bahtiar Amirul Fahmi  
**No. Mahasiswa** : 05525026  
**Pembimbing** : Paryana Puspaputra, Ir., M.Eng

BULAN	MINGGU	KEGIATAN	HASIL	ANALISIS	RENCANA (PERBAIKAN)	PARAF
Juli 2009	1	Penyerahan hasil scanning dengan obyek sederhana	Data digital 3D, STL file	Kurang mempelajari tutorial	Pembelajaran scanning lebih mendalam	
Juli 2009	2	Scan dengan obyek scan cetakan kaki	Data digital (3D) yang didapat kurang optimal	Kesalahan Pengaturan parameter	Scanning obyek cetakan kaki	
Juli 2009	3	Scanning obyek cetakan kaki	Data digital (3D)	Ketepatan pengaturan parameter sangat penting	Melanjutkan ke tahap desain menggunakan PowerSHAPE	



**JURUSAN TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
 Sekretariat : Gedung Fakultas Teknologi Industri Ull Kampus Terpadu Lantai II Sayap Timur Jalan Kaliurang Km 14,4 Sleman 55001  
 Telp. 0274-895287 ext 147 Fax. 0274-895007 ext 148 Hunting 0274-7498015

**KARTU KONSULTASI TUGAS AKHIR**

**Nama Mahasiswa** : Bahtiar Amirul Fahmi  
**No. Mahasiswa** : 05525026  
**Pembimbing** : Paryana Puspaputra, Ir., M.Eng

BULAN	MINGGU	KEGIATAN	HASIL	ANALISIS	RENCANA (PERBAIKAN)	PARAF
Agustus 2009	3	Import data ke PwerSHAPE	Import data bentuk STL dan IGES	import data harus sesuai	Mempelajari Software PowerSHAPE	
Agustus 2009	4	mempelajari software powerSHAPE	Edit data dalam bentuk wireframe dan surface	Menghilangkan garis dan kontur yang tidak diperlukan	Perbaikan desain orthotic Insole	



JURUSAN TEKNIK KIMIA

## FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Sekretariat : Gedung Fakultas Teknologi Industri Ull Kampus Terpadu Lantai II Sayap Timur Jalan Kaliurang Km 14,4 Sleman 55001  
Telp. 0274-895287 ext 147 Fax. 0274-895007 ext 148 Hunting 0274-7498015

### KARTU KONSULTASI TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Bahtiar Amirul Fahmi  
No. Mahasiswa : 05525026  
Pembimbing : Paryana Puspaputra, Ir., M.Eng

BULAN	MINGGU	KEGIATAN	HASIL	ANALISIS	RENCANA (PERBAIKAN)	PARAF
September 2009	1	Memperbaiki desain orthotic insole	Bentuk wireframe dan surface	Kesulitan dalam penentuan titik - titik yang harus ditambah atau dikurangi dalam desain orthotic insole	Menentukan titik - titik yang ditambah atau dikurangi	
Oktober 2009	3	Menentukan titik - titik yang ditambah atau dikurangi	Belum bisa ditentukan	orthotic insole tidak dapat di desain menggunakan powerSHAPE karena banyak terdapat titik - titik pada bagian kaki.	Digunakan alternative software lainnya	



JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

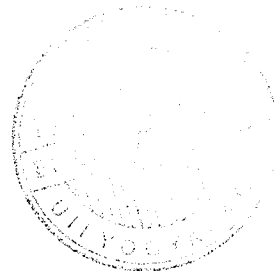
## FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Sekretariat : Gedung Fakultas Teknologi Industri Ull Kampus Terpadu Lantai II Sayap Timur Jalan Kallurang Km 14,4 Sleman 55001  
Telp. 0274-895287 ext 147 Fax. 0274-895007 ext 148 Hunting 0274-7498015

### KARTU KONSULTASI TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Bahtiar Amirul Fahmi  
No. Mahasiswa : 05525026  
Pembimbing : Paryana Puspaputra, Ir., M.Eng

BULAN	MINGGU	KEGIATAN	HASIL	ANALISIS	RENCANA (PERBAIKAN)	PARAF
Oktober 2009	4	Mencari alternatif software lain Latihan presentasi	Software OrthoModel, Presesntasi pra seminar	OrthoModel adalah software khusus untuk pembuatan orthotic insole, Kesiapan materi seminar	Mempelajari software OrthoModel, Perbaikan materi seminar	
November 2009	1	Mempelajari software OrthoModel	Desain orthotic insole	Basic dari software OrthoModel dari software PowerSHAPE	Mempelajari Simulasi pemesinan	







## FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Sekretariat : Gedung Fakultas Teknologi Industri Ull Kampus Terpadu Lantai II Sayap Timur Jalan Kaliurang Km 14,4 Sleman 55001  
Telp. 0274-895287 ext 147 Fax. 0274-895007 ext 148 Hunting 0274-7498015

### KARTU KONSULTASI TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Bahtiar Amirul Fahmi  
No. Mahasiswa : 05525026  
Pembimbing : Paryana Puspaputra, Ir., M.Eng

BULAN	MINGGU	KEGIATAN	HASIL	ANALISIS	RENCANA (PERBAIKAN)	PARAF
November 2009	2	Simulasi pemesanan	Parameter proses simulasi pemesanan	Strategi pemesanan, parameter yang digunakan	Simulasi pemesanan tahap berikutnya	
November 2009	3	penulisan laporan tugas akhir, bab I. Pendahuluan, bab II. Landasan Teori.	laporan tugas akhir, bab I. Latar belakang, bab II. Landasan Teori.	Latarbelakang, Tujuan, rumusan masalah, batasan masalah, dan metodologi.	mencari referensi pendukung Bab I. Pendahuluan.	
November 2009	4	revisi laporan tugas akhir. bab I. Pendahuluan. bab II. Landasan Teori.	laporan Tugas akhir lab I. Pendahuluan. lab II. Landasan Teori.	Data pendukung mengenai Basis data excenge. Gambar diberi daftar angka. Dasar teori CNC. Lain-lain.	Mencari referensi buku pendukung untuk melengkapi dasar teori. Penulisan laporan tugas akhir bab III. Dan Bab IV.	



## JURUSAN TEKNIK MESIN

# FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Sekretariat : Gedung Fakultas Teknologi Industri Ull Kampus Terpadu Lantai II Sayap Timur Jalan Kaliurang Km 14,4 Sleman 55001  
Telp. 0274-895287 ext 147 Fax. 0274-895007 ext 148 Hunting 0274-7498015

## KARTU KONSULTASI TUGAS AKHIR

**Nama Mahasiswa** : Bahtiar Amirul Fahmi  
**No. Mahasiswa** : 05525026  
**Pembimbing** : Paryana Puspaputra, Ir., M.Eng

BULAN	MINGGU	KEGIATAN	HASIL	ANALISIS	RENCANA (PERBAIKAN)	PARAF
Desember 2009	1	Revisi laporan tugas akhir. Bab II. Metodologi penelitian. Bab IV. Data dan Analisa.	Laporan tugas akhir. Bab II. Metodologi penelitian. Bab IV. Data dan Analisa.	Penilaian responden terhadap desain sole pada bab IV.	Mencari referensi buku pendukung untuk melengkapi data.	
Desember 2009	2	Revisi keseluruhan bab laporan tugas akhir.	Laporan tugas akhir	Kriteria desain orthotic insole. Bentuk detail desain bab III. Hubungan keseluruhan Bab.	Revisi ulang bab III Memperjelas hubungan antar Bab.	



## JURUSAN TEKNIK MESIN

### FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Sekretariat : Gedung Fakultas Teknologi Industri Ull Kampus Terpadu Lantai II Sayap Timur Jalan Kaliurang Km 14,4 Sleman 55001  
Telp. 0274-895287 ext 147 Fax. 0274-895007 ext 148 Hunting 0274-7498015

### KARTU KONSULTASI TUGAS AKHIR

**Nama Mahasiswa** : Bahtiar Amirul Fahmi  
**No. Mahasiswa** : 05525026  
**Pembimbing** : Paryana Puspaputra, Ir., M.Eng

BULAN	MINGGU	KEGIATAN	HASIL	ANALISIS	RENCANA (PERBAIKAN)	PARAF
Desember 2009	4	Revisi keseluruhan laporan penulisan tugas akhir keseluruhan bab.	Laporan tugas akhir bab I, II, III, IV, V.	Hubungan antar bab dan Data pendukung tambahan.	Revisi keseluruhan laporan penulisan tugas akhir keseluruhan bab.	
Januari 2010	2	Konsultasi penyusunan laporan TA akhir dan perbaikan revisi	Laporan TA bab I, II, III, IV dan V	Bab IV. Data dan Analisa dilengkapi dengan data kuesioner	Revisi keseluruhan laporan penulisan tugas akhir keseluruhan bab.	