

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Sepatu merupakan peralatan yang memiliki fungsi utama sebagai *safety* atau pelindung kulit dan telapak kaki dari benturan, sepatu juga dapat dijadikan sebagai pelengkap gaya hidup (*lifestyle*). Dengan berkembangnya zaman, sepatu dapat di dimanfaatkan pada bidang kedokteran yaitu untuk menstabilkan bagian tubuh dan memulihkan fungsi kaki pada kelainan bentuk kaki.

Penerapan aspek ergonomi kedalam fungsi sepatu secara sederhana, dapat dilihat pada *orthotic insole* dan permukaan luar sepatu. Kecenderungan konsumen yang memiliki kelainan pada kaki menginginkan sepatu orthopedi yang mampu menggabungkan beberapa aspek menjadi satu fungsi. Khususnya, orang tua yang buah hatinya mengalami kelainan bentuk pada kaki menginginkan sepatu orthopedi yang tepat dan nyaman untuk buah hatinya. Sepatu tersebut tentunya harus memiliki fungsi *safety*, kenyamanan, dan pengurang rasa sakit yang terjadi akibat kelainan bentuk pada kaki.

Dalam proses pertumbuhan maupun perkembangan anak tidak dapat dihindari adanya faktor yang mempengaruhinya. Baik dalam proses pertumbuhan/biologisnya ataupun proses perkembangan psikis dari seorang anak. Permasalahan yang sering timbul pada perkembangan psikologi anak yang mempunyai kelainan bentuk kaki adalah berkurangnya rasa percaya diri sehingga dapat menghambat aktifitas untuk bermain dan berprestasi.

Kelainan bentuk kaki dapat juga mengganggu perkembangan fisik anak. Kaki merupakan penopang utama tubuh. Apabila penopang tidak kokoh, bukan tidak mungkin tubuh sering jatuh dan akhirnya merusak bangunan tubuh secara keseluruhan. Dalam tugas akhir ini penulis mencoba untuk membuat desain *orthotic insole*. *Orthotic insole* adalah perangkat yang dirancang untuk memulihkan fungsi kaki bagi para penderita kelainan bentuk pada kaki.

Penelitian tentang *orthotic insole* yang mempunyai bentuk sesuai dengan kelainan tapak kaki sudah banyak dilakukan diberbagai belahan dunia, salah satunya dikembangkan oleh perusahaan *Dr. Kong* yang berasal dari Hongkong. Pembuatan model 3D dalam perusahaan tersebut menggunakan *foot scanning* yang merupakan alat *scan 3D*.

Untuk mendukung kreatifitas desain *orthotic insole* pada sepatu *orthopedi* yang nyaman dipakai, dapat menggunakan berbagai macam teknologi, yang salah satunya adalah komputer. Pemanfaatan teknologi komputer yang sedang maju saat ini yaitu pada bidang rekayasa. Pada penelitian ini digunakan *Software OrthoModel* untuk mendesain motif *sole*. Adanya *Software OrthoModel* memberi kemudahan perancangan dalam peningkatan kualitas hasil produksi, terutama yang terkait dengan pemanfaatan teknologi tinggi.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat diambil suatu rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana membuat desain *orthotic insole* menggunakan teknologi CAD/CAM?
2. Strategi pemesinan seperti apakah yang harus dipilih dan diterapkan pada simulasi proses pemesinan?
3. Bagaimana membuat obyek benda menjadi data digital (3D) dengan menggunakan mesin CNC MDX 20?

1.3. Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan di atas, maka dapat diambil suatu rumusan masalah sebagai berikut :

1. Perancangan desain produk menggunakan *software OrthoModel*.
2. Simulasi proses permesinan dengan *software PowerMILL*.
3. Proses *scanning* menggunakan CNC MDX 20.
4. Desain yang dibuat adalah *orthotic insole* untuk kelainan bentuk kaki *talipes equinovarus* pada balita.

5. Material pada proses pencetakan menggunakan *wax*.
6. Tugas Akhir ini dilakukan hanya sampai pada tahapan optimasi dan simulasi proses pemesinan.
7. Pembahasan dalam bidang kedokteran tidak dibahas secara detail.

1.4. Tujuan Tugas Akhir

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian adalah dapat merancang, membuat model dan mendapatkan hasil simulasi produk *orthotic insole* yang berfungsi untuk memberi kenyamanan kepada para penyandang cacat kaki sesuai dengan bentuk kelainan pada cacat kaki.

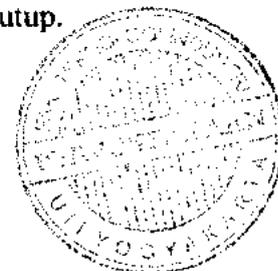
1.5. Manfaat Tugas Akhir

Manfaat dari tugas akhir ini adalah :

1. Dapat membuat desain dan permodelan *orthotic insole*.
2. Menambah pengetahuan dan pemahaman tentang *software OrthoModel, software PowerMILL* dan mesin CNC.
3. Mempunyai *skill* atau keterampilan dalam perancangan sebuah produk.

1.6. Sistematika Penulisan

Penulisan tugas akhir ini diuraikan bab demi bab yang berurutan untuk mempermudah pembahasannya. Pokok-pokok permasalahan dalam penulisan ini dibagi menjadi lima bab. Bab I berisi tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan tugas akhir, manfaat tugas akhir dan sistematika penulisan. Bab II berisi penjelasan mengenai teori-teori yang digunakan sebagai dasar dalam pemecahan masalah. Langkah-langkah dan metode yang digunakan dalam tugas akhir ini terangkum dalam bab III. Bab IV merupakan data dan pembahasan dari penelitian yang telah dilakukan. Sedangkan kesimpulan dan saran setelah penelitian dijelaskan pada Bab V Penutup.



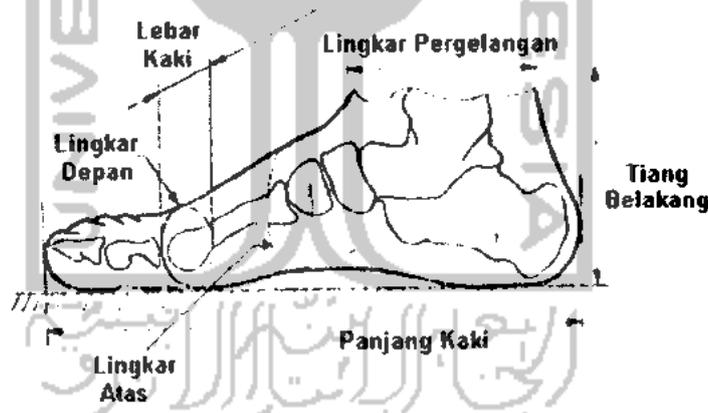
BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Kaki

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 juga berbeda. (Judarwanto, 2009).

Ankle dan kaki merupakan struktur kompleks dan yang paling dinamis pada tubuh manusia. Pergelangan kaki dan kaki bergerak bersama-sama anggota tubuh lainnya selama berdiri dan berjalan. (Judarwanto, 2009).

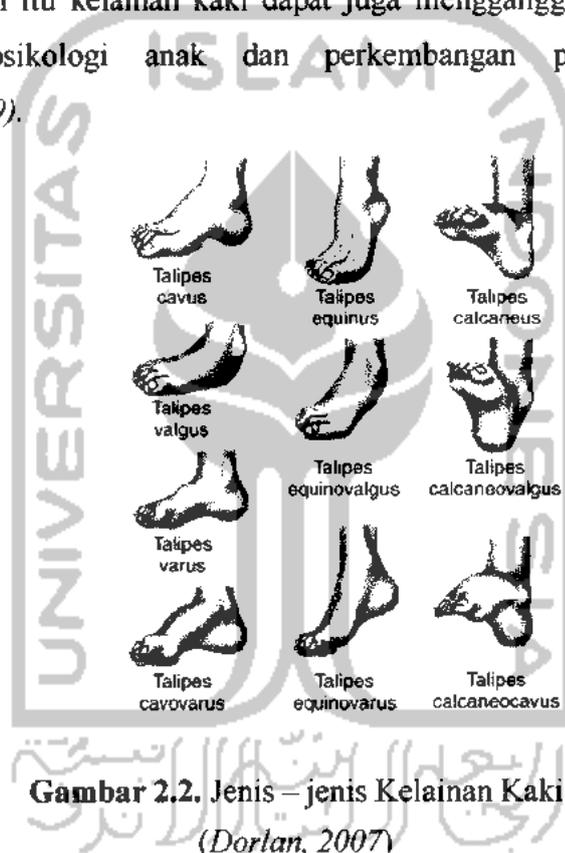


Gambar 2.1. Bagian – bagian Kaki
(Judarwanto, 2009)

Fungsi kaki anak belum tumbuh dengan baik pada saat lahir, perlu waktu sekitar 18 tahun untuk tumbuh menjadi kaki dewasa. Proses tumbuh kembang ini akan terus berjalan karena sendi-sendi pada tungkai dan kaki anak masih bisa berputar. Selain asupan gizi, kekokohan kaki juga dipengaruhi oleh stimulasi sehari-hari yang diterima kaki anak. Oleh karena sebab itu, kesehatan kaki sangat penting untuk perkembangan anak saat masih balita. (Clinical Pediatric Judarwanto, 2009).

2.2. Kelainan pada Kaki

Masalah kelainan tulang pada anak dapat membuat orang tua khawatir. Kekhawatiran muncul ketika anak – anak masih tergolong balita. Bentuk kaki bayi yang cenderung membentuk huruf O, dapat mengganggu balita untuk beraktifitas, misalnya sulit berjalan, mudah jatuh, nyeri, hingga kerusakan sendi secara dini. Selain itu kelainan kaki dapat juga mengganggu penampilan anak, perkembangan psikologi anak dan perkembangan pertumbuhan anak. (Judarwanto, 2009).



Gambar 2.2. Jenis – jenis Kelainan Kaki
(Dorlan, 2007)

Ada bermacam-macam kelainan tulang yang bisa dialami oleh anak-anak. Apabila ditangani dengan baik, kelainan ini masih bisa diperbaiki. Tidak semua anak beruntung dilahirkan dengan tubuh sempurna. Sebagian bayi - bayi yang lahir dengan tubuh yang kurang sempurna. Hampir semua kelainan tulang ini bersifat *Congenital*, atau kelainan bawaan artinya kelainan ini terjadi sejak bayi masih di dalam kandungan (janin). (Sofyanudin, 2009). Beberapa kelainan tulang kaki yang biasa terjadi pada balita :

- *Knee Hyperextension*, cirinya adalah jika kaki diluruskan maka lutut (tulang kering paha) akan membentuk sudut lebih dari 90 derajat. Keadaan ini dapat dideteksi saat bayi baru lahir karena terlihat jelas kaki bayi tidak

normal. Untuk penanganan pada kasus ini, diperlukan pemeriksaan secara menyeluruh dari dokter sebelum dilakukan tindakan. Tindakan baru bisa dilakukan saat anak berusia 2 tahun. Adapun tindakan pertama yang ditempuh adalah dengan *brace* KAFO (alat penahan tulang kaki) hingga anak berusia 6 tahun. Jika tidak berhasil maka akan dilanjutkan tindakan operasi.

- *Congenital Talipes Equinovarus*, kelainan lahir dengan ciri kaki bayi menunjuk ke bawah dan terputar ke dalam, hingga anak berjalan dengan bagian luar kaki. Kasus ini terjadi karena kurang sempurnanya pembentukan *trimester* pertama kehamilan, sehingga terjadi kompresi dalam kandungan menyebabkan kelainan otot dan sendi. Keadaan ini dapat ditangani dan dideteksi sejak dini. Kelainan seperti ini, dapat ditangani sejak bayi baru lahir kurang lebih 1 – 2 minggu, dengan cara digips selama 2 – 3 bulan.
- Perbedaan panjang tungkai, kelainan ini bisa disebabkan karena kelainan lahir, kelumpuhan, infeksi, tumor, cedera (setelah patah tulang). Dampak jangka panjangnya, anak akan mengalami kesulitan berjalan, hingga nyeri punggung bawah. Untuk kasus ini tidak perlu diambil tindakan jika perbedaan panjangnya kurang dari 2 cm. Jika perbedaannya 2 – 5 cm, anak akan dikenakan sepatu khusus (*shoe lift*). Sedangkan jika perbedaan panjangnya lebih dari 5 cm, dilakukan operasi dengan memotong tulang yang lebih panjang.
- *Flat foot*, kondisi ini akan menyebabkan anak merasa tidak nyaman saat berjalan, cepat lelah dan *sole* sepatu selalu habis sebelah. Kelainan jenis ini disebabkan oleh kelainan posisi tulang, jaringan sendi terlalu fleksibel, *overweight*, kelemahan otot, dan kelainan rotasi kaki. Untuk memastikan sekaligus melakukan tindak penanganan harus menunggu sampai usia anak minimal 3 tahun.



2.2.1. *Talipes Equinovarus*

Talipes equinovarus merupakan kelainan kaki yang relatif sering ditemukan ini mempunyai pola keturunan yang poligenik. Anak laki – laki dua kali lebih banyak menderita deformasi ini dan sepertiga kasusnya bilateral. Jika CETV (*Congenital Talipes Varus*) tidak ditangani secara dini akan terjadi perubahan pertumbuhan pada tulang, perubahan tersebut cenderung sekunder. Walaupun diberi terapi, kaki akan cenderung pendek dan betis tetap kurus. (*Apley dan Solomon, 1995*).



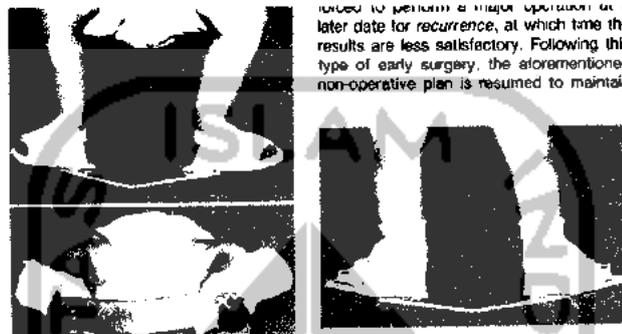
Gambar 2.3. Kelainan Kaki *Talipes Equinovarus*
(*Yamamoto, 1998*)

Ciri mencolok kelainan itu adalah tepi luar kaki digunakan sebagai alas, tumit kecil dan tinggi, otot betis kecil dan memendek. Oleh karena itu penderita CETV sering menggunakan kaki bagian luar atau bahkan punggung kaki untuk beerjalan. CETV bisa disebabkan karena kondisi lingkungan dalam kandungan. Ruang kandungan membuat posisi kaki tidak sempurna sehingga terjadi kesalahan pada bentuk kaki. (*Pengkor, Kadang Cukup Digips, Jawa Post, 6 April 2009*)

2.2.2. Penanganan *Talipes Equinovarus*

Untuk kasus ini, pada tahap pertama biasanya dilakukan terapi konservatif, yaitu dilakukan *serial plaster*, di mana sebisa mungkin telapak kaki diposisikan ke posisi normal, lalu dipasang gips untuk mempertahankannya. Beberapa minggu kemudian, gips dilepas, lalu dipasang lagi. Prosedur ini dilakukan sampai

beberapa kali, karena prinsipnya adalah memperbaiki sedikit demi sedikit. Jika ternyata kurang berhasil, biasanya dilakukan tindakan operasi. Setelah operasi pasien dianjurkan menggunakan sepatu orthopedi untuk menyesuaikan bentuk kaki. (Apley dan Solomon, 1995).



Gambar 2.4. Treatment Plat Aluminium
(Yamamoto, 1998)



Gambar 2.5. Kaki Dipasang Gypsum
(Yamamoto, 1998)

Alat penopang kaki untuk memperbaiki alignment atau bagian kaki yang bengkok kedalam, dengan menggunakan sebuah pelat aluminium yang dipasang sepanjang rongga bagian dalam kaki dan pada ujung aluminium tersebut di pasang sebuah sepatu yang berfungsi sebagai tempat kaki pasien pada bagian sepatu ini bisa berputar kekanan dan kekiri dengan posisi kaki yang tegak dan tidak membengkok kedalam. Alat ini bertujuan agar kaki pasien tidak membengkok kebagian dalam. Ini merupakan terapi pertama yang dilakukan untuk memulihkan kaki yang bengkok kebagian dalam. Pada *treatment* kedua perlu adanya *orthotic insole* agar bagian kaki bisa menapak dengan sempurna. (Apley dan Solomon, 1995).



Gambar 2.6. Hasil *Treatment*
(Yamamoto, 1998)

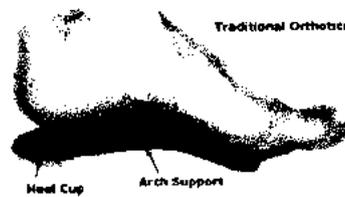
2.3. *Orthotic insole*

Orthotic insole merupakan suatu alat yang dapat mendukung dan mengoreksi fungsi tubuh manusia pada bagian telapak kaki. Banyak keluhan pada saat berjalan seperti sakit tumit, sakit lutut dan nyeri punggung bagian bawah disebabkan oleh fungsi kaki yang tidak normal. *Orthotic insole* dapat mengembalikan fungsi kaki seperti semula. (www.drfoot.co.uk/orthoticinsole).

Perbedaan bentuk dan penggunaan *orthotic insole* adalah sebagai berikut :

- *Orthotic insole* untuk perubahan fungsi kaki
- *Orthotic insole* untuk kenyamanan pada kaki
- *Orthotic insole* untuk mengontrol fungsi kaki dan sekaligus sebagai kenyamanan kaki.

Ketidakseimbangan tulang kaki dapat menyebabkan gerakan kaki tidak normal. Hal ini dapat mengganggu fungsi kaki yang dapat mengakibatkan rotasi abnormal kaki dapat mempengaruhi lutut, pinggul atau punggung. Jika menggabungkan kekuatan-kekuatan besar tersebut dengan kebutuhan untuk keseimbangan yang tepat, dapat dilihat bagaimana perubahan-perubahan struktural kecil di kaki dapat membuat perbedaan yang signifikan. *Orthotic insole* membantu meningkatkan perubahan - perubahan struktural tersebut. (www.drfoot.co.uk/orthoticinsole).

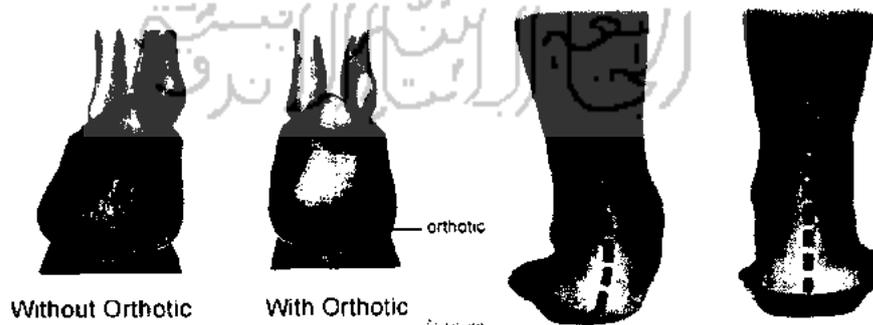


Gambar 2.7. Orthotic Insole

(www.drfoot.co.uk/orthoticinsole, 2009)

Manfaat *orthotic insole* diantaranya adalah sebagai berikut :

- Membantu atau mengontrol pergerakan sendi
- Memperbaiki atau mengoreksi anggota tubuh
- Menyediakan posisi yang lebih baik
- Penyangga yang fungsinya untuk mengurangi beban.



Gambar 2.8. Penggunaan Orthotic Insole
(Delcam, 2009)

Bahan dan penggunaan dari *orthotic insole* :

- Rigid Orthotic devices** : alat yang digunakan berfungsi untuk pengontrolan kaki dan perubahan fungsi kaki. umumnya digunakan bahan

berupa plastik dan karbon *fiber*. Digunakan untuk penderita kelainan bentuk kaki.

- ***Soft Orthotic devices*** : alat bantu yang digunakan sebagai peredam untuk meningkatkan keseimbangan dan berguna sebagai penekan akibat ketidaknyamanan dari penggunaan sepatu. Tipe ini sangat nyaman untuk digunakan, umumnya untuk membantu orang yang mengalami penyakit diabetes dan kelebihan berat badan.
- ***Semirigid Orthotic devices*** : alat ini sangat efisien untuk fungsi pengontrolan dan kenyamanan pada kaki, sehingga cocok digunakan untuk para atlet olahraga. Produk ini dihasilkan diantara bahan yang lunak dan keras. (*Diktat OrthoModel Workshop*)

2.4. Material

2.4.1. WAX

Wax merupakan salah satu bahan termoplastik yang terdiri dari berbagai bahan organis dan bahan alami sehingga membuatnya sebagai bahan dengan sifat-sifat yang sangat berguna. (www.cyberlipid.org/wax/wax0001.htm)

Secara umum *wax* dibagi menjadi 2, yaitu:

1. *Wax* alami

Wax alami digolongkan menjadi 3 sumber utama yaitu :

- a. *Wax* yang berasal dari bahan mineral diperoleh dari hasil residu *petroleum* melalui proses destilasi. *Malam* yang berasal dari bahan mineral diantaranya adalah:

- *Paraffin Wax*, mencair pada suhu 48-70°C dan memiliki rantai *hidrokarbon* yang lurus serta memiliki sifat mudah pecah.
- *MicrocrystallinWax*,

Microcrystallin wax akan mencair pada suhu 65-90°C dan memiliki rantai *hidrokarbon* yang bercabang memiliki sifat yang lebih fleksibel dan kuat.

- b. *Wax* yang berasal dari serangga (hewani) yaitu *beeswax*.

Beeswax akan mencair pada suhu 84-91°C dan memiliki sifat yang mudah pecah pada temperatur kamar, tetapi mudah dibentuk pada temperatur tubuh.

c. *Wax* yang berasal dari sayur-sayuran (tumbuh-tumbuhan) yaitu :

- *Carnauba wax*, mencair pada suhu 84-91°C
- *Candelilla wax*, mencair pada suhu 68-75°C dan digunakan terutama untuk memperkeras *paraffin wax* dengan jalan menembarkannya ke dalam *paraffin wax*.
- Resin, digunakan untuk menambah daya rekat *wax*. Jenis ini terbuat dari pohon.

2. *Wax* sintesis

Wax sintetik bisa tahan pada perubahan pada kualitas dan ketersediaan. Terbuat dari etil glikol diester atau triester dengan rantai panjang asam lemah (C18-C36). Titik lelehnya dalam rentang 60°-75°C.

(www.cyberlipid.org/wax/wax0001.htm)

2.4.2. *Polypropylene*

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°C dan suhu 999°C) 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).

Polypropylene mempunyai sifat mampu cetak yang baik. *Polypropylene* mempunyai faktor penyusutan cetakan yang lebih kecil dibandingkan dengan *polyethylene* yang bermassa jenis tinggi, pada kondisi optimal dapat diperoleh produk dengan ketelitian dimensinya baik dan tegangan sisa yang kecil. (Surdia dan Saito, 1999).

Polypropylene banyak dipakai sebagai bahan dalam produksi peralatan meja makan, keranjang, peralatan kamar mandi, keperluan rumah tangga, mainan, peralatan listrik, barang – barang kecil, komponen mobil, dan seterusnya. Penggunaan yang luas itu berkat mampu cetak yang baik, permukaannya yang licin mengkilat dan tembus cahaya. (Surdia dan Saito, 1999).

c. *Wax* yang berasal dari sayur-sayuran (tumbuh-tumbuhan) yaitu :

- *Carnauba wax*, mencair pada suhu 84-91°C
- *Candelilla wax*, mencair pada suhu 68-75°C dan digunakan terutama untuk memperkeras *paraffin wax* dengan jalan menembarkannya ke dalam *paraffin wax*.
- Resin, digunakan untuk menambah daya rekat *wax*. Jenis ini terbuat dari pohon.

2. *Wax* sintesis

Wax sintetik bisa tahan pada perubahan pada kualitas dan ketersediaan. Terbuat dari etil glikol diester atau triester dengan rantai panjang asam lemah (C18-C36). Titik lelehnya dalam rentang 60°-75°C.

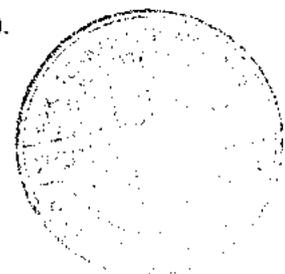
(www.cyberlipid.org/wax/wax0001.htm)

2.4.2. *Polypropylene*

Sifat – sifat *polypropylene* serupa dengan sifat – sifat *Polyethylene*. Massa jenisnya rendah (0.90 – 0.92). Termasuk kelompok yang paling ringan diantara bahan polimer. Dapat terbakar kalau dinyalakan. Dibandingkan dengan *Polyethylene* massa jenis tinggi titik lunaknya tinggi sekali (176°C, *T_m*), kekuatan tarik, kekuatan lentur dan kekakuannya lebih tinggi, tetapi ketahanan impaknya rendah terutama pada temperatur rendah. (Surdia dan Saito, 1999).

Polypropylene mempunyai sifat mampu cetak yang baik. *Polypropylene* mempunyai faktor penyusutan cetakan yang lebih kecil dibandingkan dengan *polyethylene* yang bermassa jenis tinggi, pada kondisi optimal dapat diperoleh produk dengan ketelitian dimensinya baik dan tegangan sisa yang kecil. (Surdia dan Saito, 1999).

Polypropylene banyak dipakai sebagai bahan dalam produksi peralatan meja makan, keranjang, peralatan kamar mandi, keperluan rumah tangga, mainan, peralatan listrik, barang – barang kecil, komponen mobil, dan seterusnya. Penggunaan yang luas itu berkat mampu cetak yang baik, permukaannya yang licin mengkilat dan tembus cahaya. (Surdia dan Saito, 1999).



2.5. Desain Produk

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. Yang paling terpenting yaitu selalu mengedepankan konsep KIS (*keep it 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).

Sebuah gambaran sederhana tentang fungsi utama setiap perusahaan ialah pemanfaatan sumber daya untuk menghasilkan keuntungan adalah kelebihan biaya memproduksi barang. Untuk mencapai hal ini, perusahaan harus menciptakan sesuatu (baik produk nyata maupun jasa) yang dinilai oleh pelanggan lebih tinggi ketimbang biaya merancang, memasok dan mendukungnya. Dalam hal ini, segala sesuatu yang menghasilkan hal ini disebut sebuah produk. (Ulrich dan Eppinger, 1995).

2.4.3. Pengembangan Produk Baru

Pengembangan produk baru merupakan serangkaian aktifitas yang dimulai dari analisis persepsi dan peluang pasar, kemudian diakhiri dengan tahapan produksi, penjualan, dan pengiriman produk. Proses pengembangan produk selalu melibatkan beberapa aktifitas lintas disiplin dari semua fungsi di dalam perusahaan. Aktifitas itu meliputi pemasaran, perancangan (*design*) dan manufaktur. Kesuksesan pengembangan produk dapat dinilai dari kualitas produk, biaya

produk, waktu pengembangan produk, biaya pengembangan, dan kapabilitas pengembangan yang lebih efektif dan ekonomis dimasa yang akan datang. (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. (Kaebnick dkk, 1997).

Proses pengembangan produk terdiri dari enam tahap. (Ulrich dan Eppinger, 1995) :

1. Perencanaan
Tahap ini disebut juga sebagai *zerofase*.
2. Pengembangan Konsep
Kebutuhan pasar sasaran (*target market*) diidentifikasi.
3. Perancangan Tingkatan Sistem
Pembagian produk menjadi subsistem-subsistem serta komponen-komponen.
4. Perancangan (desain) Detail
Meliputi spesifikasi lengkap mencakup bentuk geometri produk serta komponennya, bahan yang digunakan, juga mencakup pengadaan komponen apakah dibuat sendiri atau dibeli (pesan). *Output* dari tahap ini adalah gambar file komputer (CAD/CAM/CAE data).
5. Pengujian dan Perbaikan (evaluasi)
Pembuatan *prototype* produk untuk diuji (dievaluasi) apakah sudah sesuai dengan produk yang diinginkan/diharapkan atau belum.

biologisnya ataupun proses perkembangan (psikisnya) dari seorang anak. (*Ahmadi dan Sholeh, 1991*).

Perkembangan didefinisikan sebagai perubahan – perubahan psiko – fisis sebagai hasil dari proses pematangan fungsi – fungsi psikis dan fisis pada diri anak, yang ditunjang oleh faktor lingkungan dan proses belajar dalam waktu tertentu menuju kedewasaan. Diartikan pula sebagai proses transmisi dari psiko – fisis yang *hereditas* distimulir oleh faktor – faktor lingkungan yang menguntungkan, dalam perwujudan proses aktif menjadi pasif. (*K. kartini, 1986:33*)

Pada tahun pertama anak cepat mengenal lingkungan tempat tinggalnya, namun pengenalan tersebut belum lengkap dan belum terperinci. Pengertian dan pengenalannya banyak dipengaruhi oleh aktivitas atau usaha orang dewasa, masih dibatasi oleh rasa belum sadar. Pada usia ini disebut sebagai *Komplex – Qualita* yang artinya : pengamatan seorang anak merupakan satu totalitas dan anak belum bisa membedakan bagian – bagian detailnya suatu objek. (*K.Kartini, 1986:33*)

Secara singkat ada delapan tanda – tanda esensial yang dapat disebutkan dalam perkembangan seseorang anak antara lain akhir tahun pertama dan permulaan usia empat tahun. Beberapa dari delapan tanda – tanda tersebut, (*Monks dan Knoers, 1982*) yaitu :

- a. Pada permulaan periode ini anak bisa duduk, berdiri dan berjalan dengan bantuan. Bila anak mencapai usia empat tahun ia dapat meloncat, memanjat, meranjat, merangkak di bawah meja dan kursi, dapat melakukan gerakan – gerakan yang kasar dan halus dengan tangan, kaki dan jari – jarinya. Dalam hal motorik psikis ia dapat mandiri.
- b. Pada anak usia empat tahun maka tangan dan mata bekerja sama dalam koordinasi yang baik, anak lebih dapat mengadakan orientasi dalam situasi – situasi yang tidak asing. Pada usia itu tangan anak merupakan alat untuk mengadakan eksplorasi keliling yaitu melalui manipulasi dengan benda – benda, terutama alat – alat permainan dan benda – benda sehari – hari.
- c. Pada usia empat tahun anak sudah dapat berbahasa. Ia dapat mengambil bagian secara aktif dalam percakapan di rumah, komunikasi dengan teman

- teman sebayanya memperoleh dimensi baru, ia dapat menyatakan keinginan dan kebutuhan – kebutuhannya.
- d. Pada akhir periode ini anak memperoleh pengertian banyak mengenai benda menurut warna dan bentuknya, membedakan antara suara keras dan suara lembut, ia mengerti nama benda – benda dan dapat menanyakan nama benda yang belum diketahuinya.
- e. Pada usia empat tahun anak sedikit banyak sudah mengerti ruang dan waktu. Ia mengerti perbedaan antara siang dan malam, misalnya ia mengerti orang bermain pada siang hari dan tidur pada malam hari.
- f. Pengertian akan norma – norma pada anak usia empat tahun sudah ada. Kata – kata seperti ‘baik’, ‘buruk’ dan sebagainya. Merupakan tanda – tanda untuk mengatur tingkah laku.
- g. Kebutuhan untuk aktif, untuk berbuat sesuatu semakin lama semakin ditentukan secara kognitif, artinya : perbuatan dan tingkah lakunya tidak lagi ditentukan secara kebetulan sesuai dengan apa yang ada, anak sudah dapat membuat rencana, memikirkan apa yang akan dilakukan. Dalam batas – batas tertentu anak sudah mempunyai suatu perspektif masa depan.
- h. Anak tidak hanya menginginkan ada bersama – sama dengan orang dewasa, melainkan ia sudah menginginkan dapat bergaul secara aktif dengan mereka. Disamping itu ada kebutuhan untuk bergaul dengan anak – anak sebaya.

Apabila anak mengalami kelainan pada organ tubuhnya, misalnya kelainan pada bentuk kaki. Maka dikhawatirkan akan mengganggu perkembangan psikologis, yakni adanya kejadian – kejadian tertentu yang menghambat berfungsi psikis, terutama yang menyangkut perkembangan intelegensi dan emosi anak yang berdampak pada proses pertumbuhan anak.

2.6. *Reverse Engineering*

Reverse engineering sebagai bagian dari perancangan didefinisikan sebagai proses menganalisa suatu sistem melalui identifikasi komponen – komponennya dan keterkaitan dengan komponen, serta mengekstraksi, membuat

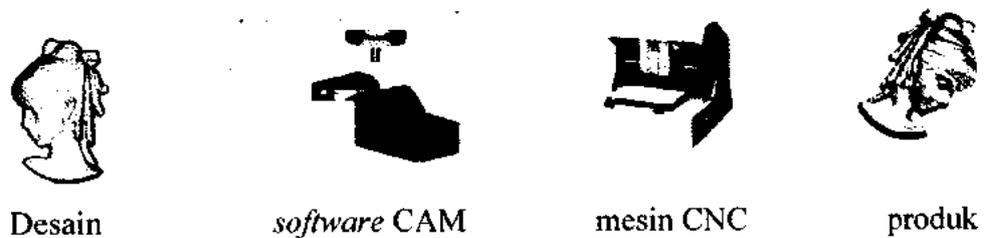
abstraksi dan informasi perancangan dari sistem yang dianalisa tersebut. Konsep *reverse engineering* di industri pada dasarnya adalah menganalisa suatu produk yang sudah ada sebagai dasar untuk merancang produk baru yang sejenis, dengan memperkecil kelemahan dan meningkatkan keunggulan produk para kompetitornya. (*Wibowo, 2006*).

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.

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).



Gambar 2.10. Mesin *CNC Roland MDX 20*

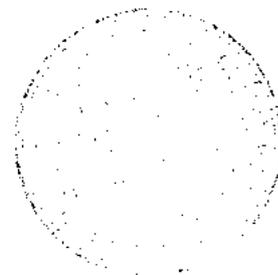


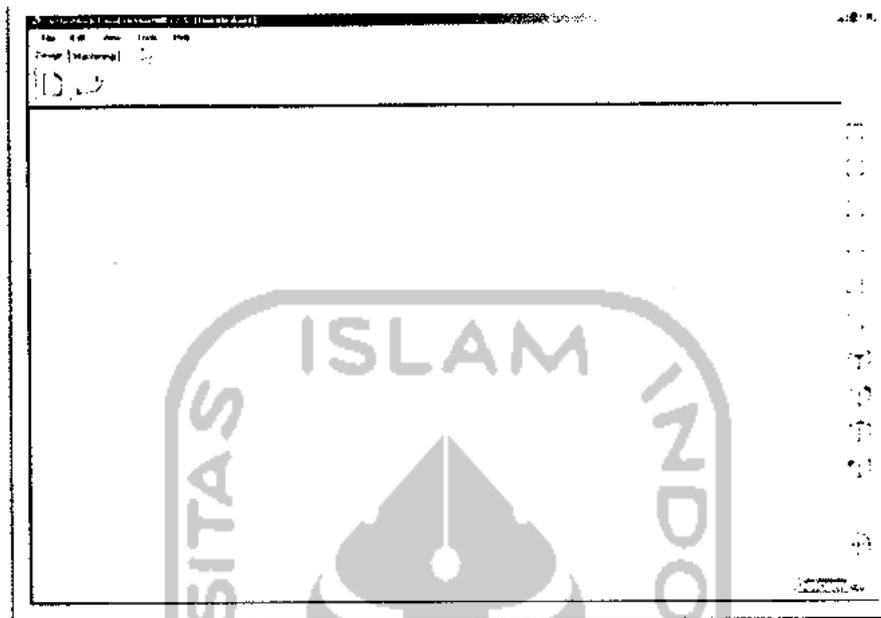
Gambar 2.12. Ilustrasi *Software CAM*

2.6.1. *Delcam OrthoModel*

Delcam OrthoModel merupakan program aplikasi CAD yang dikeluarkan oleh perusahaan DELCAM. *Software CAD* ini memiliki kemampuan untuk merancang dan menganalisa bentuk *orthotic insole* dengan kualitas tinggi khususnya *surface* (permukaan). *Software* ini juga dapat mengirimkan data ke *software CAM* yang dapat dibaca oleh mesin produksi yang akan digunakan seperti mesin CNC. File dalam beberapa format internasional dapat disimpan, sehingga memudahkan untuk melakukan interaksi dengan *software CAD* maupun CAM lainnya. (Delcam, 2009)

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 *IGES* kemudian dilakukan pengeditan untuk mendapatkan desain *orthotic insole*. (Delcam, 2009)





Gambar 2.13. Tampilan *OrthoModel*

2.6.2. *Delcam PowerMILL*

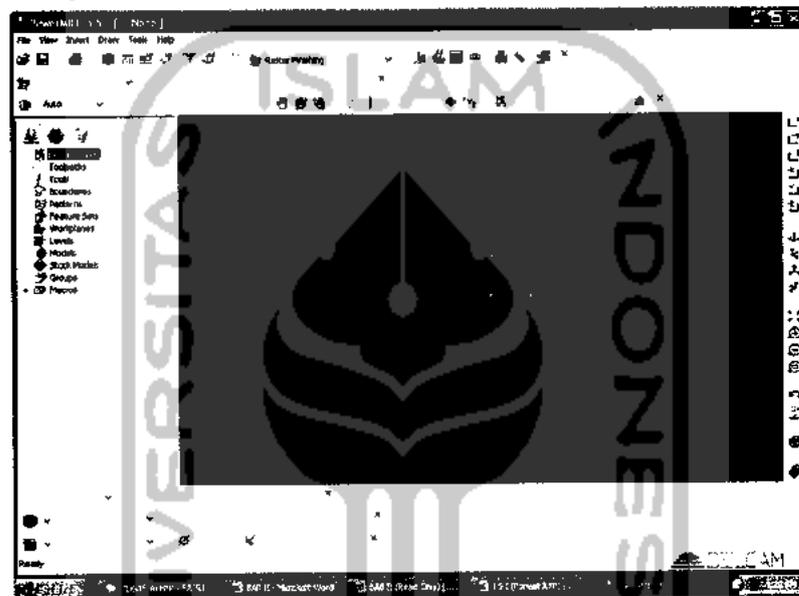
Delcam PowerMILL adalah program aplikasi CAM yang dikeluarkan oleh perusahaan DELCAM, merupakan pasangan dari *software PowerSHAPE*. *PowerMILL* dapat digunakan langsung tanpa mengexport desain yang digambar *PowerSHAPE*, karena di dalam *software PowerSHAPE* sudah terdapat fitur *PowerMILL*. (Delcam, 2009)

Software ini digunakan untuk mensimulasikan pemesinan dari sebuah desain. Memiliki kemampuan 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. (Delcam, 2009)

Seperti halnya *software* CAM lainnya, *PowerMILL* juga mempunyai sistem *data transfer exchange* untuk menerima data dari file-file *software* CAD yang lain, seperti file *STL*, *IGES* dan lain-lain. *Software* ini juga mempunyai *data*

base tentang tipe-tipe pahat dan material benda kerja untuk memudahkan dalam proses pemesinan. (Delcam, 2009)

Software ini akan mengeluarkan output data berupa G-code, data G-code inilah yang akan ditransfer ke mesin CNC untuk digunakan pada saat proses pemesinan hingga berakhir menjadi sebuah produk.



Gambar 2.14. Tampilan Delcam PowerMILL

2.8. Mesin CNC

CNC adalah sebuah sistem yang aksinya dikontrol dengan pemasukan data numeris. Sistem harus secara otomatis mampu menginterpretasikan beberapa bagian dari data tersebut. (Electronics Industries Association, EIA). Membandingkan mesin konvensional dengan *NC* (Numerical Control), dalam mesin konvensional proses pemesinan dilakukan dengan menggerakkan pahat untuk memotong benda kerja yang diarahkan oleh operator sedangkan mesin *NC* gerakannya diatur oleh program. Jadi sistem *NC* berfungsi menggantikan operasi manual dari operator.

2.7.1. Sejarah *NC*

Sejarah perkembangan *NC* pertama kali dikembangkan oleh Parson Corporation dari Institut Teknologi Massachusetts pada tahun 1947. Yang

mengembangkan sistem kontrol untuk menggerakkan spindel ke beberapa titik yang dipresentasikan kepada *US Air Force*. Pada tahun 1951 mengembangkan sistem itu dengan menambahkan komputer ke sistem *Parson* atas sponsor *US Air Force*. Pada tahun 1952 *Cincinnati Milacron Hydro Tel Vertical Spindle Milling Machine* merupakan mesin *NC 3 axis* pertama diluncurkan. Pada tahun 1954 mesin *NC* diluncurkan ke publik.

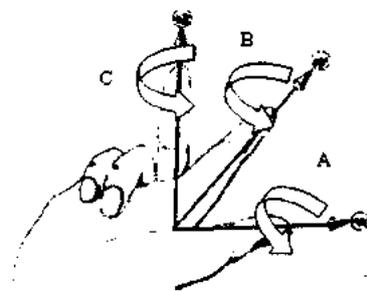
2.7.2. Sumbu Mesin

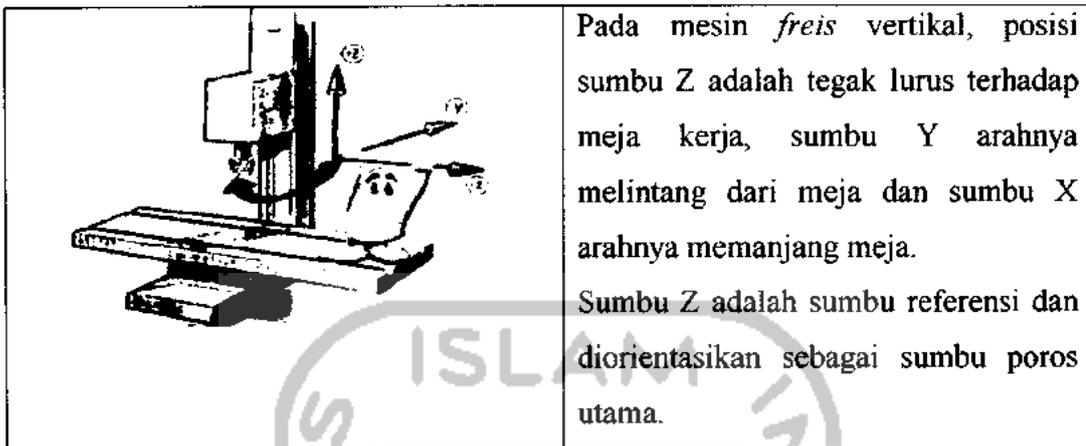
Sumbu adalah garis maya atau gerakan relatif komponen. Ada dua jenis sumbu, yaitu :

- Sumbu Linear : X, Y, Z, U, V, W, P, Q, R,
- Sumbu Rotasi : A, B, C, D, E, F,

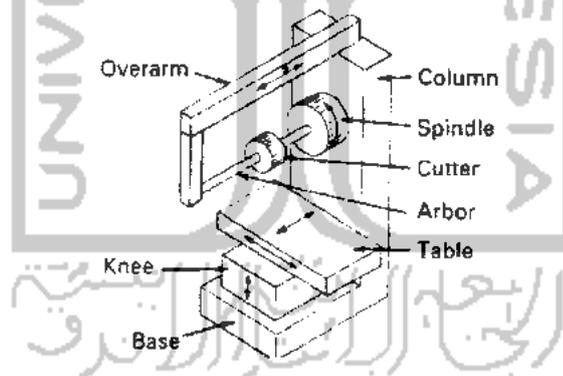
Sistem persumbuan pada mesin CNC diatur mengikuti kaidah tangan kanan, yaitu telapak tangan kanan pada posisi menghadap ke atas, jari tengah arahnya tegak lurus terhadap bidang telapak tangan, jari telunjuk searah dengan telapak tangan, sedang ibu jari tegak lurus dengan telunjuk dan sebidang dengan telapak tangan. Metode ini diciptakan oleh seorang ahli matematika dari Perancis yaitu *Pier de Fermat* pada tahun 1637 kemudian dikembangkan oleh seorang filosofi bernama *Fene Descartes* atau yang dikenal dengan *Cartesius*.

Tabel 2.1 Right-Hand Standard Cartesian Coordinate System

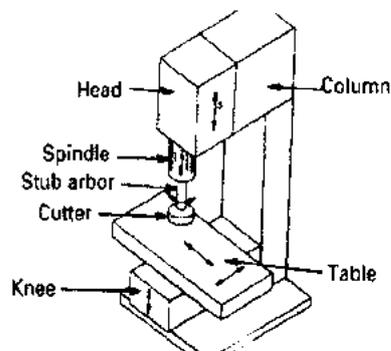
	<p>Apabila tiga jari tangan kanan diatur seperti pada gambar maka jari tengah menunjukkan sumbu Z, jari telunjuk menunjukkan sumbu Y dan ibu jari menunjukkan sumbu X.</p>
-------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



Pada mesin perkakas letak sumbunya berbeda antara mesin perkakas yang satu dengan yang lain. Sebagai contoh mesin *milling* vertikal dengan mesin *milling* horizontal. Pada mesin perkakas poros-poros gerakannya ortogonal (sumbu x,y dan z saling tegak lurus). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 2.15 dan 2.16 berikut :



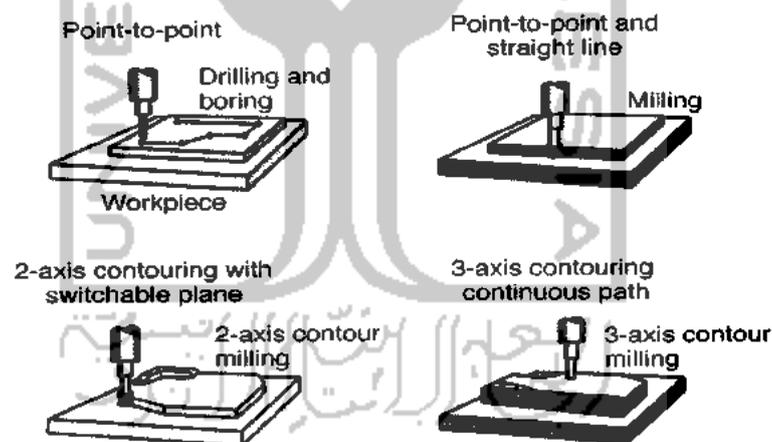
Gambar 2.15. Mesin *Milling* Horizontal



Gambar 2.16. Mesin *milling* vertikal

Pada mesin *CNC milling* ada beberapa tipe gerakan pahat pada saat melakukan pemakanan pada benda kerja, diantaranya adalah :

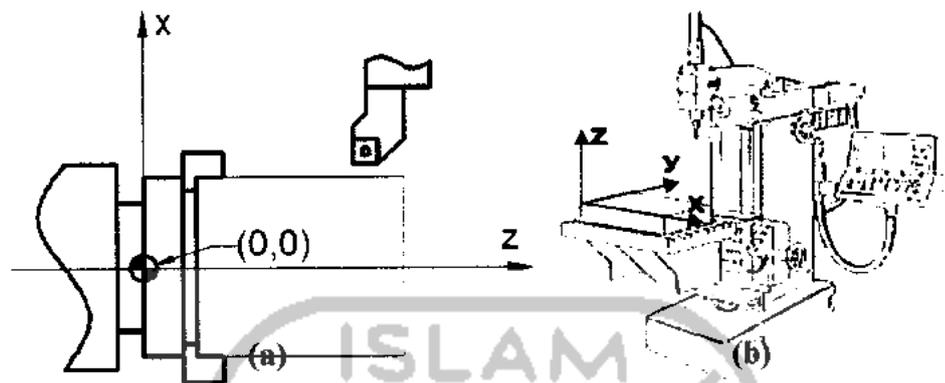
- a) *Point to point*, yaitu pergerakan pahat dari satu titik ke titik lainnya dilakukan dengan kecepatan maksimum. Biasanya untuk *CNC Drilling Machine*.
- b) *Straight cut*, yaitu pergerakan pahat melakukan proses pemakanan dengan arah lurus.
- c) *Contouring* atau *Continuous path*, yaitu pergerakan pahat dalam proses pemakanan dengan alur yang kompleks, seperti kurva, lingkaran, dan lain-lain. Dalam pergerakannya diperlukan interpolasi.



Gambar 2.17. Pergerakan pahat pada mesin *CNC milling*. (Kalpakjian, 2006).

2.7.3. Titik Nol Mesin

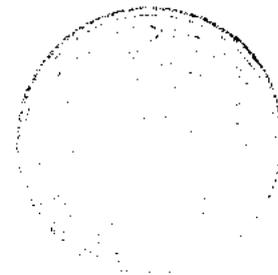
Titik Nol merupakan set posisi untuk gerakan mesin di mana sumbu berinteraksi. Pada beberapa mesin, titik nol secara tetap menjadi posisi (disebut *fixed zero*) dan tidak dapat diubah, walaupun dapat diposisikan kembali pada basis sementara lewat fasilitas *offset*. Pada mesin *Roland MDX-20* titik nol xy mesin berada pada posisi kiri depan meja kerja.



Gambar 2.18. (a) Titik nol mesin bubut, (b) Titik nol mesin *frais*



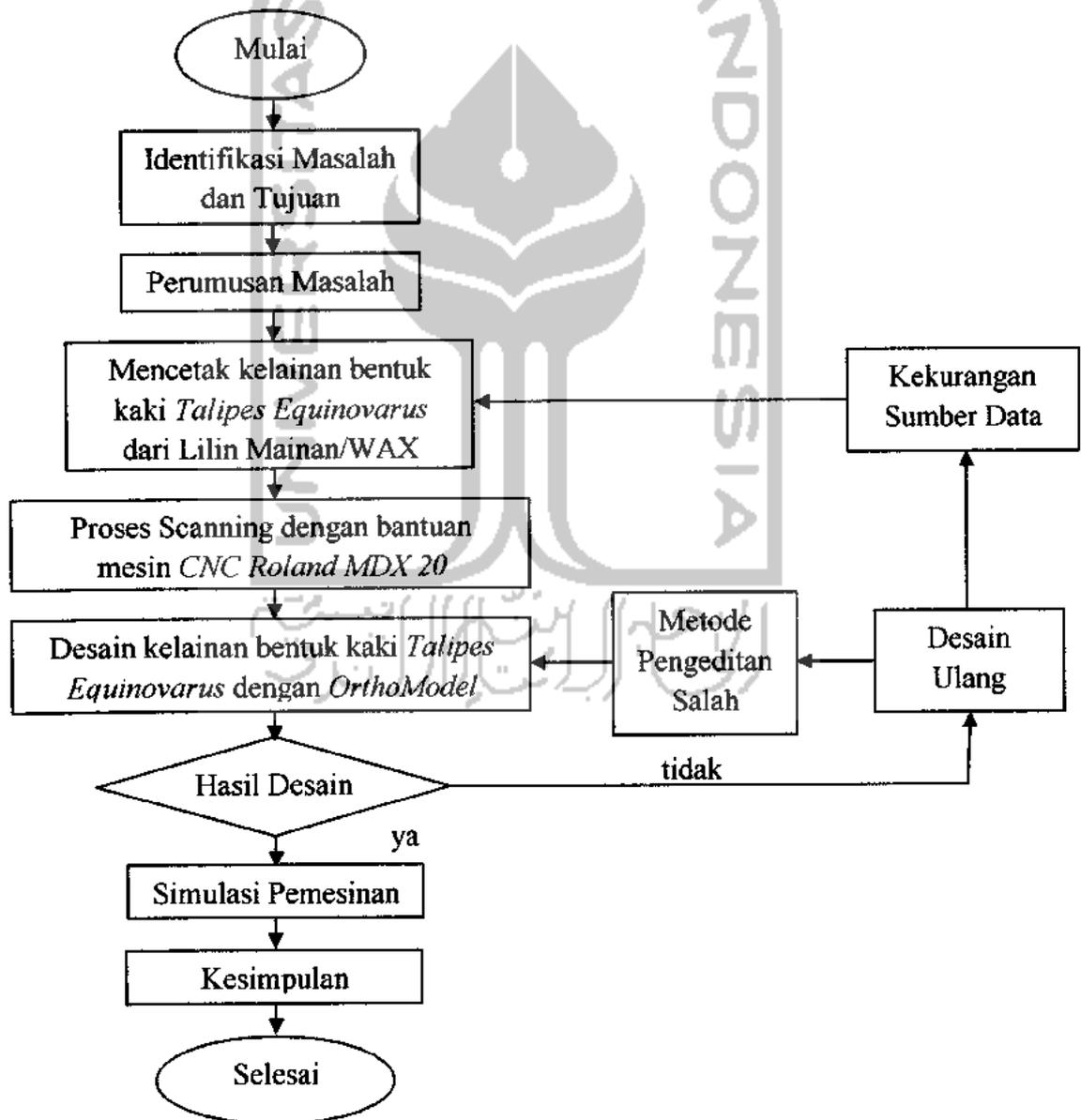
Gambar 2.19. Titik nol mesin *Roland MDX-20*



BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tahapan Perancangan

Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam perancangan produk dapat dilihat pada diagram alir dibawah ini:



Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian

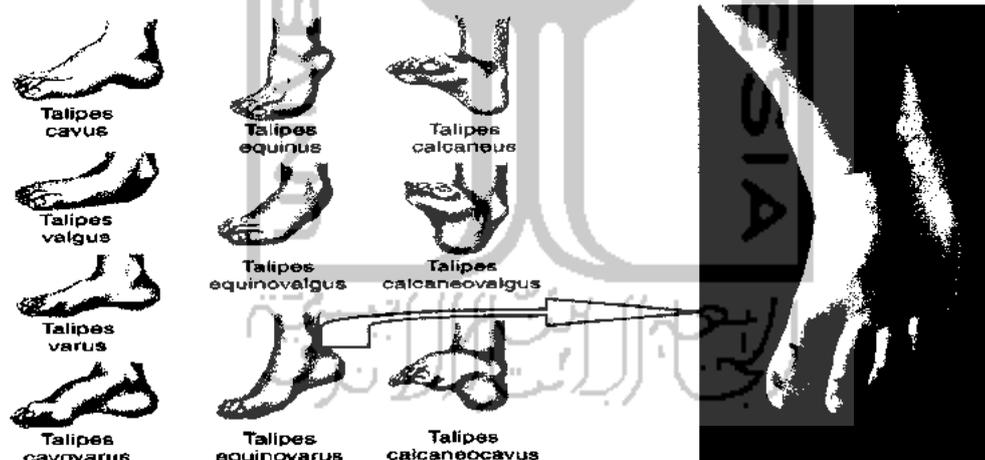
3.2. Perancangan Penelitian

Dalam penelitian, diperlukan adanya perencanaan agar tujuan pembuatan orthotic insole dapat tercapai. Berikut tahapan – tahapan yang diperlukan dalam penelitian :

3.3. Tahapan Pengambilan Data

Orthotic insole merupakan salah satu jenis dari *sole* yang terdapat pada bagian dalam sepatu. *Orthotic insole* membutuhkan tingkat ketelitian yang baik dalam perancangannya agar dapat nyaman dipakai oleh penggunanya. Untuk mendapatkan desain yang memiliki tingkat ketelitian yang baik dilakukan beberapa tahap percobaan sebagai berikut.

3.3.1. Menentukan Jenis Kelainan Telapak Kaki



Gambar 3.2. Jenis Kelainan Kaki

Gambar 3.3. Talipes equinovarus

Untuk pembuatan desain *orthotic insole* langkah pertama yaitu menentukan jenis kelainan kaki. Dari sekian banyak kelainan bentuk kaki, dalam penelitian ini dipilih jenis kelainan kaki *talipes equinovarus* pada balita.

3.3.2. Membuat Model Kelainan Telapak Kaki

Proses pencetakan telapak kaki bertujuan mendapatkan alur dan bentuk kaki. Dengan proses ini didapat hasil cetakan yang mendekati bentuk telapak kaki

sesuai dengan aslinya. Untuk membuat model cetakan kaki digunakan material *wax* atau sering disebut lilin malam. Adapun kelebihan dan kekurangan material *wax* sebagai berikut :

- Kelebihan :
 1. Mudah dibentuk
 2. Mudah didapat
 3. Tidak menimbulkan iritasi kulit
 4. Tidak beracun
 5. Permukaan yang dihasilkan halus
- Kekurangan :

Mudah berubah bentuk apabila ditekan dan dipanaskan.

Dengan ciri – ciri di atas material *wax* cocok untuk proses pembuatan cetakan. Dalam pembuatan model cetakan ini digunakan obyek kaki sebagai masternya dengan sistem penanaman. Kaki dimasukkan kedalam cetakan yang terbuat dari *wax* kemudian diangkat dan akan menghasilkan cetakan sesuai bentuk kaki. Penjelasan lebih rincinya sebagai berikut :

- Material *wax* di panaskan dengan memanfaatkan panas matahari selama 30 menit. Bertujuan agar *wax* lebih lunak dan mudah dalam pencetakan.
- Material *wax* yang sudah dipanaskan dimasukkan kedalam balok kayu yang bertujuan mempermudah membentuk bagian permukaan *wax*.
- Kemudian dilakukan pencetakan dengan cara kaki dimasukkan ke dalam balok kayu yang sudah terisi dengan *wax*.



Gambar 3.4. Hasil cetakan *talipes equinovarus*

3.3.3. Pengambilan Data Digital (*Digitizing*)

Proses *digitizing* merupakan proses untuk mengubah suatu benda atau obyek menjadi data dalam bentuk digital (3D). Pada proses ini menggunakan mesin *CNC Roland MDX 20*. Hal ini merupakan prinsip kerja dari teknik *scan*. Alur model didapat dari *Roland Active Piezo Sensor (RAPS)* yang terdapat pada mesin tersebut. Bentuk permukaan benda kerja sangat mempengaruhi hasil dari data digital. Apabila permukaan benda kerja berbentuk halus maka data digital (3D) yang didapat berbentuk halus. Begitu sebaliknya apabila permukaan kasar maka hasil data digital yang didapat kasar.



Gambar 3.5. Mesin *CNC MDX 20*



Gambar 3.6. Proses *Scan*

Beberapa parameter penting yang perlu diperhatikan dalam menentukan strategi *scanning*, yaitu :

- sumbu X adalah perpindahan sensor yang searah dengan sumbu X.
- sumbu Y adalah perpindahan sensor yang searah dengan sumbu Y.
- sumbu Z adalah perpindahan sensor yang searah dengan sumbu Z.

Untuk menentukan ukuran parameter – parameter sumbu X dan Y harus sesuai dengan bentuk benda kerja. Supaya hasil yang dihasilkan dapat optimal. Sedangkan parameter sumbu Z harus berdasarkan kedalaman benda yang di *scan*.

3.4. Tahapan Perancangan CAD

Tahapan ini merupakan proses pengembangan desain *orthotic insole* dilakukan setelah tahapan sebelumnya dari hasil data digital yang didapat. Proses perancangan CAD melibatkan *software OrthoModel*. Proses pada tahapan ini dimulai dari pelaksanaan perancangan gambar dari data digital, *surface* dan *triangle* sampai dengan proses pertukaran data antar *software* CAD, CAM, CAE. Penjelasan lebih detail dari tahapan ini akan diuraikan pada bab 4.

Kriteria desain *orthotic insole* yang baik adalah sesuai bentuk tapak kaki, jenis kelainan kaki *talipes equinovarus* menggunakan bahan *orthotic insole* kaku (*polypropylene*) dengan tujuan dapat memposisikan bentuk tapak kaki sesuai bentuk normal kaki.

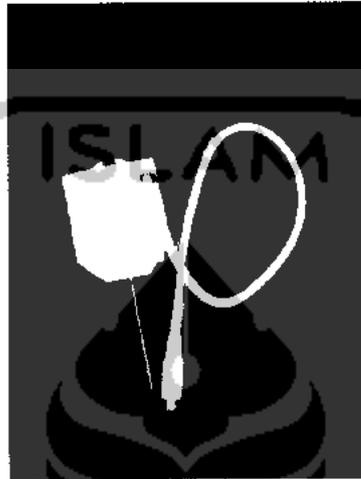
3.5. Peralatan yang Digunakan

Pada percobaan ini peralatan yang digunakan adalah:

1. Lilin mainan (wax)
2. Cetakan lilin mainan (wax) berbentuk balok terbuat dari kayu dengan ukuran:
 - Sisi samping: 250 mm x 150 mm
 - Sisi bawah:
3. Mesin CNC Roland MDX 20
4. Sensor RAPS (*Roland Active piezo Sensor*) pada mesin CNC MDX20.

Pada penelitian ini, mesin yang digunakan adalah mesin *CNC* tipe *Roland MDX 20*. Mesin *CNC* memegang peranan sangat penting dalam proses produksi, baik tidaknya kondisi mesin yang digunakan berpengaruh terhadap hasil akhir produk. Selain itu keberadaan sensor *Roland Active Piezo Sensor (RAPS)* sangat penting karena tanpa adanya sensor tersebut, mesin *CNC* tidak akan menghasilkan

data digital. Kualitas sensor juga perlu diperhatikan karena akan berpengaruh terhadap hasil *scanning*.



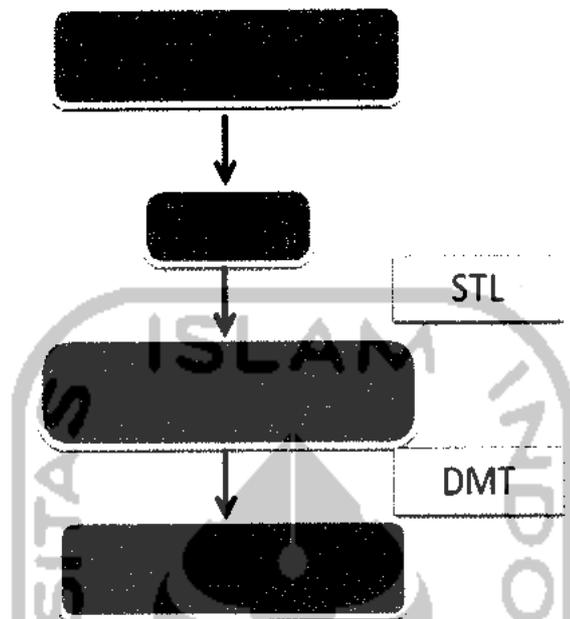
Gambar 3.7. *Roland Active Piezo Sensor (RAPS)*

3.6. Simulasi Pemesinan

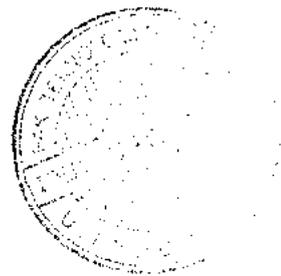
Merupakan tahap yang dilakukan sebelum proses pemesinan berlangsung. Tujuannya mengetahui bagaimana jalannya proses pemesinan dan hasil pengaturan parameter yang telah dipilih. Simulasi pemesinan sangat membantu dalam mencegah terjadinya kesalahan dalam pengaturan parameter pada strategi pemesinan. Jadi, apabila ada kesalahan dalam pengaturan parameter pemesinan, dapat segera diperbaiki sebelum proses pemesinan dilakukan.

3.7. Data Exchange CAD/CAM/CAE

Merupakan proses pertukaran data antar *software CAD/CAM/CAE* dengan tujuan mengubah format penyimpanan basis data sehingga data tersebut dapat dibuka menggunakan *software* jenis lain dengan mudah dan meminimalisir terjadinya kehilangan data. Proses pertukaran data yang telah dilakukan pada penelitian ini berupa format *.STL* dan *.DMT* untuk melakukan pertukaran data ke *software CAM/CAE*.



Gambar 3.8. Perpindahan Data Antar Software



BAB IV

DATA DAN PEMBAHASAN

Proses pembuatan *orthotic insole* ini dilakukan melalui beberapa tahapan proses pembuatan, dimana setiap tahapannya saling mempengaruhi. Oleh karena itu, diperlukan pemikiran dalam menentukan proses ataupun tahapan yang tepat agar mendapatkan hasil desain *orthotic insole* yang sesuai bentuk kaki.

4.1. Metode Scanning

Metode yang digunakan untuk merancang desain *orthotic insole* adalah menggunakan mesin *CNC MDX 20* untuk mendapatkan data digital (3D). Pada penelitian ini proses pencarian alur atau data digital menggunakan metode *scanning* satu tahap. Disebabkan karena obyek atau benda uji yang akan di *scan* ukurannya tidak melebihi meja kerja yang dimiliki Mesin *CNC MDX 20*.



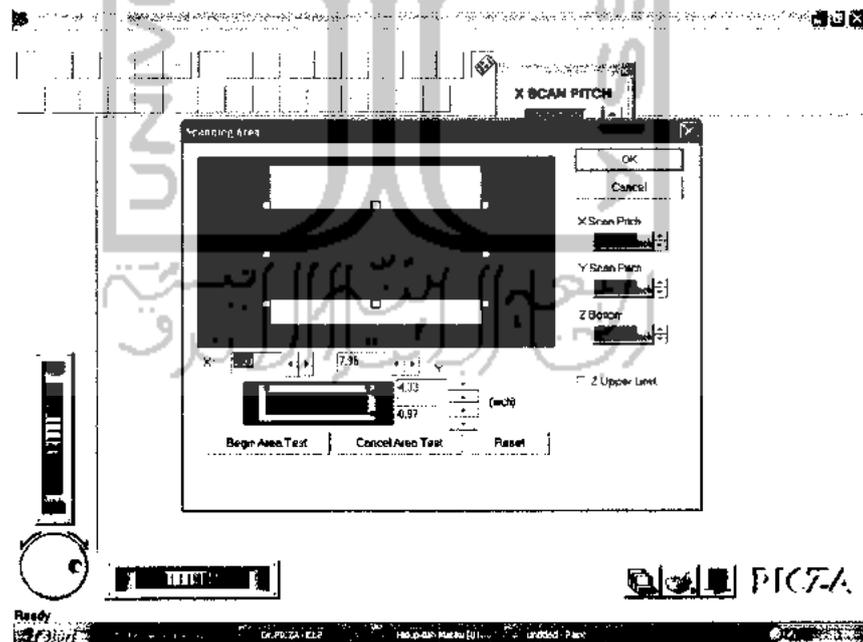
Gambar 4.1. Tampilan *Dr. Picza*

Langkah pertama yang harus dilakukan dari proses *scanning* adalah memastikan bahwa ukuran dari obyek atau benda kerja tidak melebihi meja kerja yang dimiliki oleh mesin CNC supaya lebih tepat dalam penentuan parameter – parameter untuk strategi *scanning*.

Kedua, menentukan luas bidang yang akan di *scan* dan tinggi obyek. Adapun parameter – parameter dari proses *scanning* adalah sebagai berikut :

- X pitch adalah langkah *scan* arah sumbu X,
- Y pitch adalah langkah *scan* arah sumbu Y dan
- Z pitch adalah langkah *scan* arah sumbu Z.

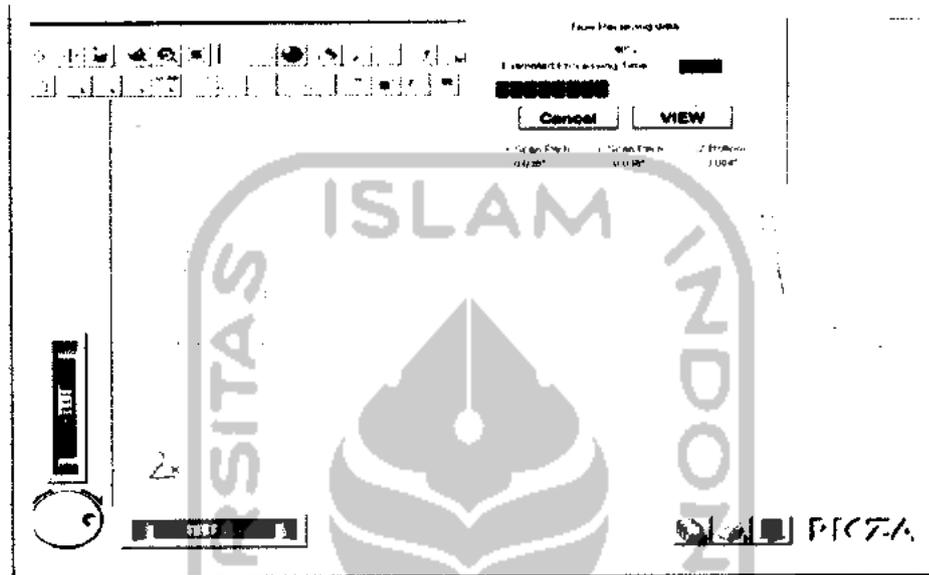
Agar hasil yang didapat sesuai dengan bentuk model, maka dilakukan parameter – parameter yang maksimal dari model, agar hasil yang didapat dalam bentuk digital (3D) secara keseluruhan. Adapun parameter yang dilakukan adalah X scan pitch = 0.20 inch, Y scan pitch = 0.20 inch, Z scan pitch = 0.17 inch. Pada proses ini dipengaruhi beberapa faktor yang diantaranya adalah faktor permukaan obyek. Halus atau kasarnya permukaan yang di *scan* dapat berpengaruh pada hasil *scan*. Apabila obyek yang di *scan* kasar maka hasil digital (3D) yang didapat akan kasar. Begitu juga sebaliknya, apabila permukaan obyek yang di *scan* halus maka hasil yang di dapat akan halus.



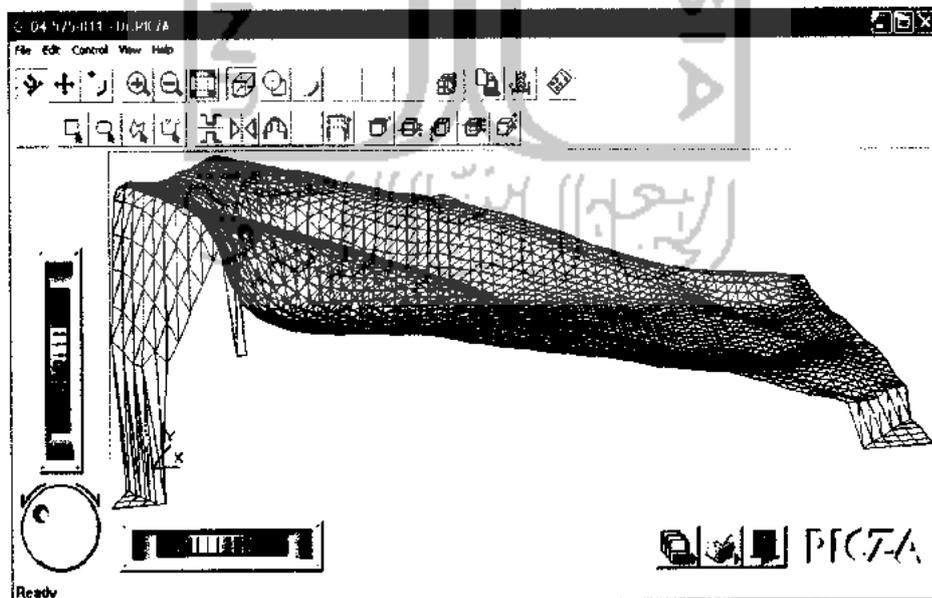
Gambar 4.2. Parameter Proses *Scanning*



Ketiga, setelah pengaturan parameter sudah selesai, langkah selanjutnya adalah proses *scanning*. Seperti dapat dilihat pada gambar 4.3 di bawah ini.



Gambar 4.3. Proses *Scanning*



Gambar 4.4. Hasil *Scanning*

4.1.1. Kendala – kendala Pada Proses *Scanning*

- Pengoperasian *software* yang digunakan dalam penelitian ini secara manual, sehingga butuh waktu yang lama untuk mampu menguasai *software*.
- Proses *scanning* menggunakan mesin CNC MDX 20 memerlukan waktu yang lama.

4.1.2. Solusi Pada Proses *Scanning*

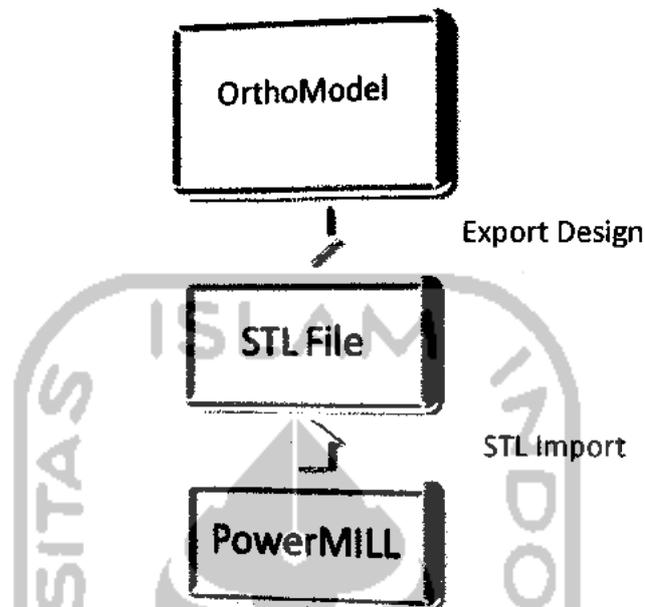
- Melalui proses belajar, perlunya diadakan pelatihan secara tersusun agar parameter- parameter proses pemesinan mudah dipahami.
- Untuk mempersingkat waktu dalam proses *scanning* perlu dilakukan pengaturan area *scanning*, ini bertujuan untuk membatasi bagian-bagian yang akan dilakukan proses *scanning*.

4.2. Pertukaran Data antar *Software (Data Exchange)*

Proses pertukaran data antar *software* ini dilakukan mengirimkan data desain *insole* dari *software Dr.Picza* ke *software OrthoModel* dan diteruskan ke *software PowerMILL*. Untuk dilakukan proses simulasi pemesinan. Penjelasan lebih rinci akan diuraikan pada subbab di bawah ini.

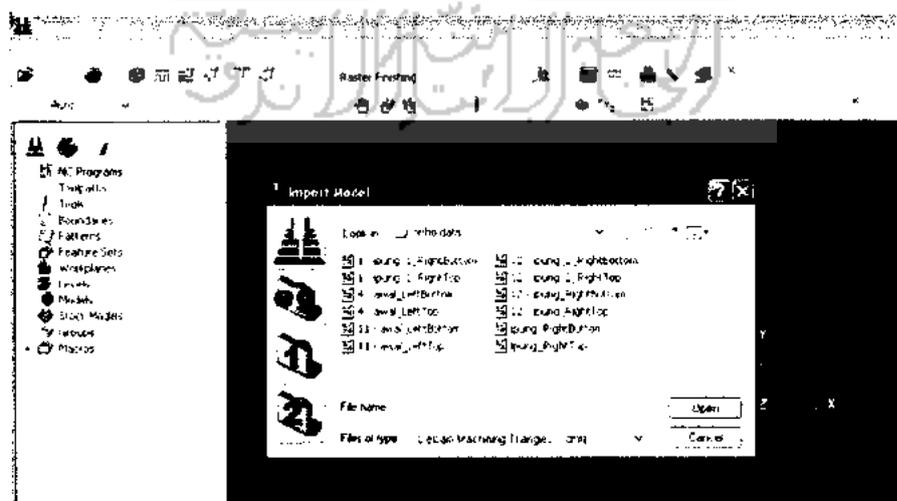
4.2.1. *Software Dr. Picza ke Software OrthoModel*

Langkah – langkah dalam proses pertukaran data dari *software Dr. Picza* ke *OrthoModel* ini adalah sebagai berikut : Pertama, menyimpan desain dengan file *STL (Stereolithographic file)*. Fasilitas pertukaran data yang dimiliki *software Dr. Picza* dapat berupa file dengan bentuk *IGES, DXF, VRML, STL* dan *3DMF*. Import data yang digunakan pada *software OrthoModel* adalah file berupa *STL (Stereolithographic file)*.



Gambar 4.5. Ilustrasi *OrthoModel Export to PowerMILL*.

Kedua, mengambil atau *import* data desain dengan file *STL* dari *software Dr. pizza* ke *software OrthoModel* agar proses disain dapat dibuat. Setelah disain jadi dibuat menggunakan *software OrthoModel* kemudian data disimpan ke file dalam bentuk *DMT (Delcam Machining Triangles)* untuk bisa dilanjutkan ke tahap simulasi pemesinan. Seperti terlihat pada gambar 4.6 di bawah ini.



Gambar 4.6. *Import Data PowerMILL*



4.3. Tahapan Perancangan CAD

4.3.1. Pelaksanaan Perancangan

Pelaksanaan perancangan pada penelitian ini dipisahkan menjadi beberapa tahapan dengan tujuan untuk memisahkan alur proses. Tahapan tersebut meliputi :

- Tahapan perancangan desain *orthotic insole* pada sepatu dengan *software OrthoModel*.
- Proses *data exchanges CAD/CAM/CAE*.

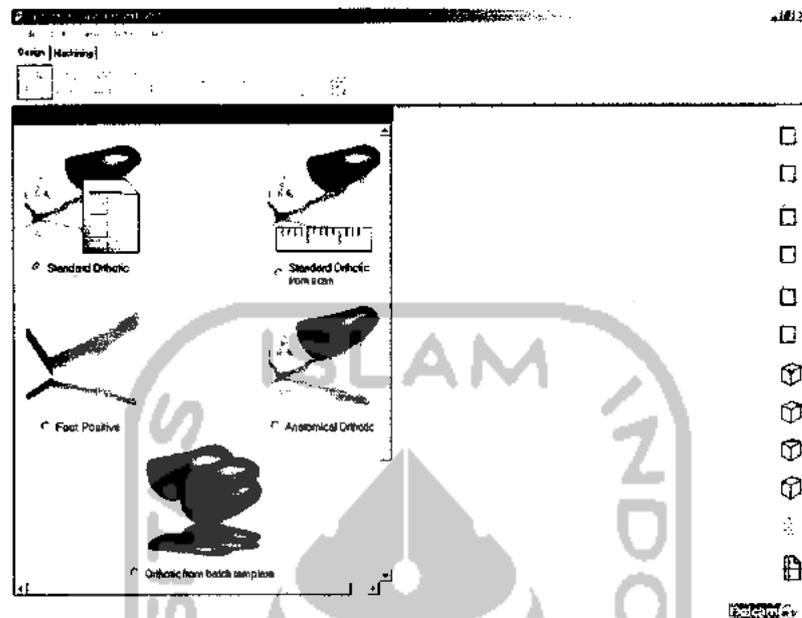
4.3.2. Perancangan Desain *Orthotic Insole* Dengan *software OrthoModel*

Perancangan desain *orthotic insole* pada penelitian ini menggunakan *software OrthoModel*. Fasilitas yang dimiliki *software CAD* ini berupa *standard orthotic from scan*. Fasilitas tersebut mempermudah dalam proses perancangan desain *orthotic insole*. Kemampuan *software CAD* ini secara umum terletak pada kemampuannya membuat desain *complexs* pada *orthotic insole*.

Proses perancangan dimulai dari hasil data *scan* dalam bentuk *triangle* kemudian *import* dan pilih bagian kaki kanan atau kiri untuk *orthotic* yang akan dibuat (gambar 4.7). yang sebelumnya dipilih dahulu *project type standard orthotic from scan* seperti gambar 4.8.

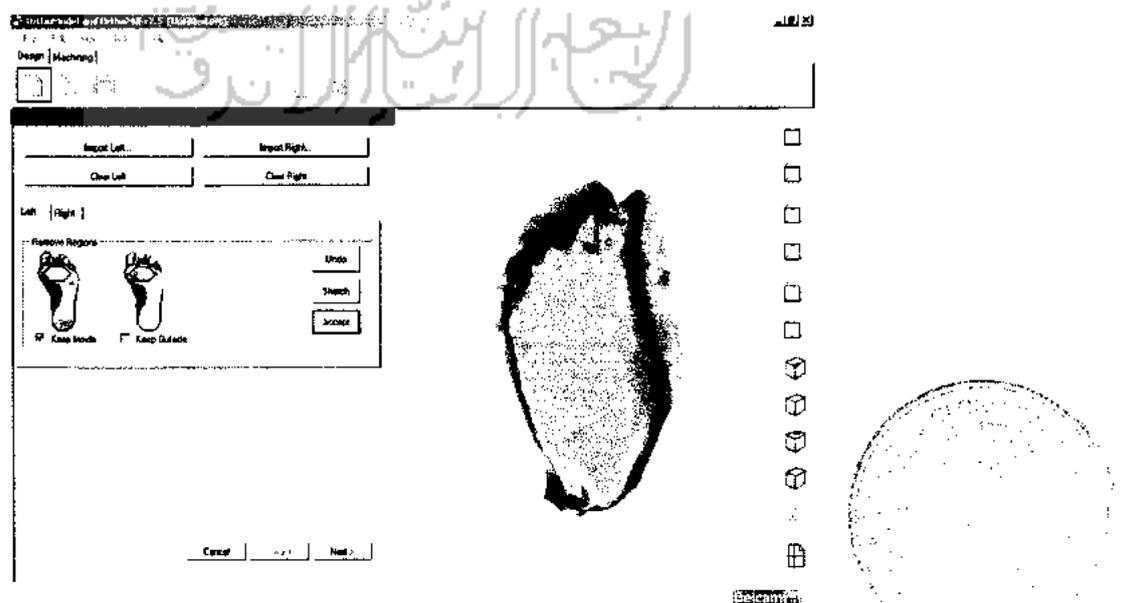


Gambar 4.7. *Import Scan*



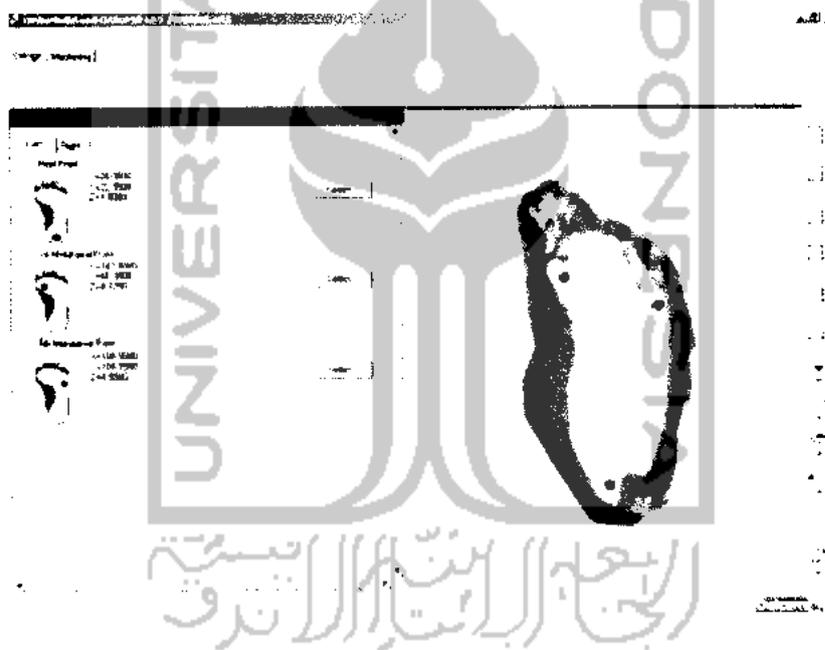
Gambar 4.8. *Select Project Type*

Kedua, hasil scan yang sudah ada kemudian diedit dengan menghilangkan bagian – bagian *surface* yang tidak dibutuhkan. Agar memudahkan dalam proses desain. Untuk itu pengeditan dapat menggunakan perintah *sketch*. Perintah *keep inside* untuk menghilangkan *surface* bagian luar, sedangkan perintah *keep outside* untuk menghilangkan *surface* bagian dalam. Seperti terlihat pada gambar di bawah ini.

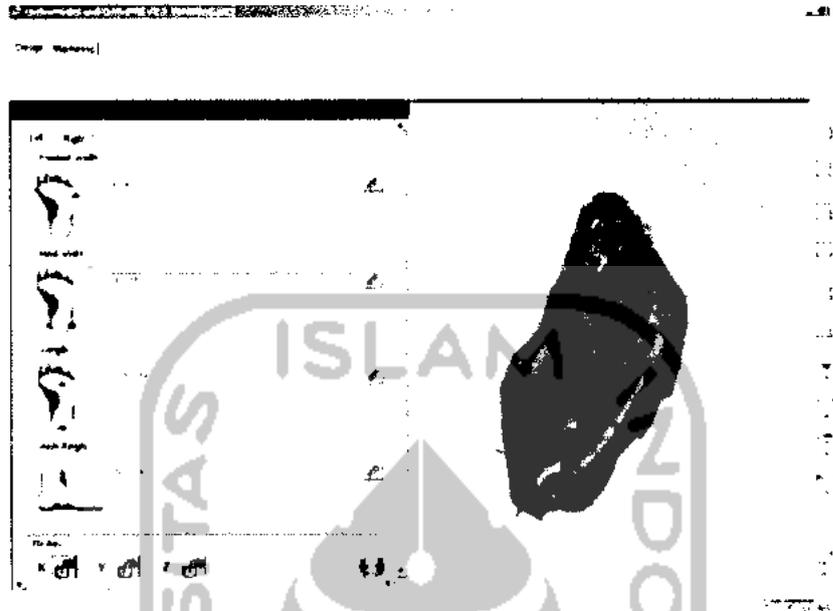


Gambar 4.9. Hasil *Sketch*

Ketiga, menentukan beberapa poin penting yang terdapat pada telapak kaki. Untuk langkah ini dapat menggunakan perintah *select heel point* untuk menentukan titik pada bagian *calcaneus*, kemudian menggunakan perintah *select metatarsal point* untuk menentukan posisi tulang *metatarsal* bagian dalam kaki, dan yang terakhir masih tetap menggunakan perintah *select metatarsal point* untuk menentukan posisi tulang *metatarsal* bagian luar kaki. Seperti terlihat pada gambar 4.10. Sehingga dapat diketahui posisi sumbu x, y, z dari masing – masing posisi yang sudah ditentukan sebelumnya.



Gambar 4.10. *Select Key Point*



Gambar 4.12. *Measure Scan*

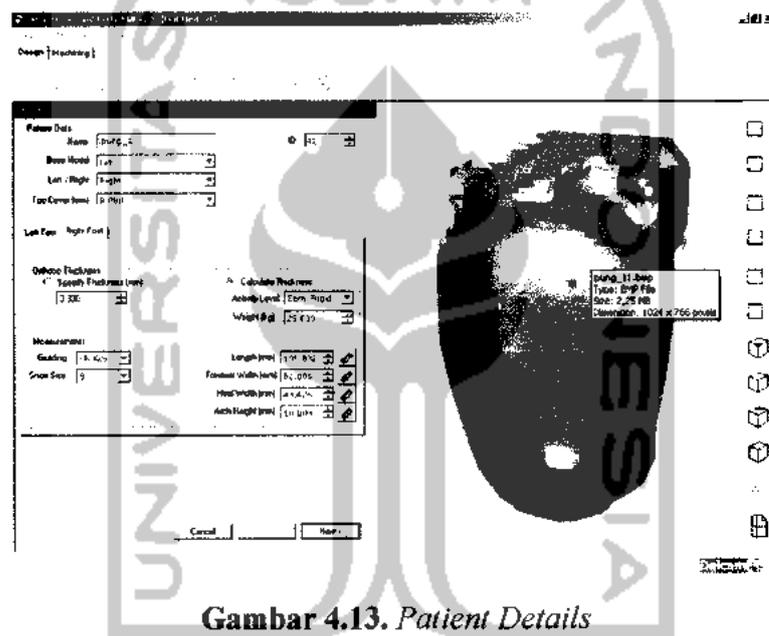
Keenam, memasukan identitas pasien agar data yang sudah dibuat tidak tertukar dengan data pasien yang lain. Identitas pasien yang dimasukan diantaranya adalah nama, *base model*, pilih kaki bagian kanan atau kiri, *top cover* (mm), *specify thickness* (mm), *calculate thickness* yang didalamnya terdapat *actifity level*, *wight* (kg), dan *measurements* yang merupakan ukuran sepatu dan *grading*.

Adapun data dari pasien pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Nama : Dito Dwi Kurniawan
2. *Base model* : Kids
3. *Left / Right* : Right
4. *Top Cover* (mm) : 0.00
5. *Orthotic Thickness*
 - a. *Specify Thickness* (mm) : 3.300
 - b. *Calculate Thickness*
 - *Actifity Level* : Semi Rigid
 - *Weight* (Kg) : 25
6. *Measuremants*



- a. *Grading* : UK Kids
- b. *Shoe Size* : 8
- c. *Length (mm)* : 105.832
- d. *Forefoot Width (mm)* : 52.088
- e. *Heel Width (mm)* : 43.426
- f. *Arch Height (mm)* : 10.000



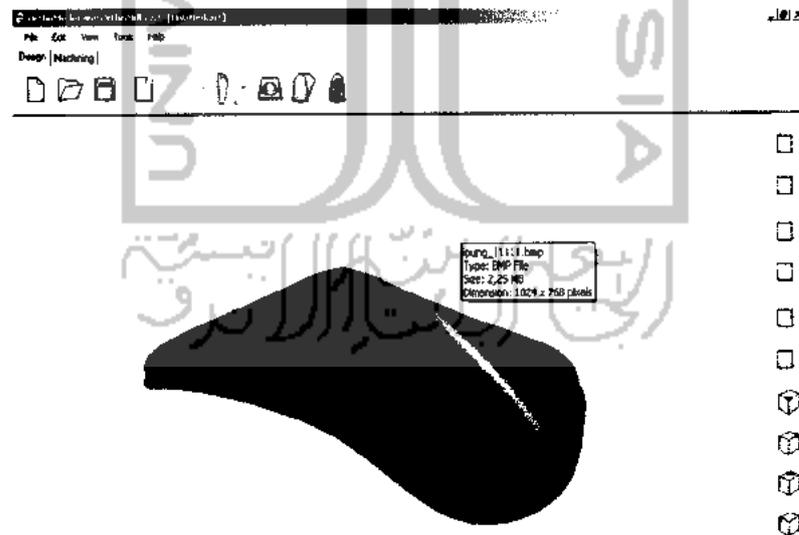
Gambar 4.13. Patient Details

Ketujuh, setelah didapat hasil data dari pasien dan sudah terisi lengkap, tahap selanjutnya adalah memodifikasi *orthotic insole* untuk lebih memberikan kenyamanan pada kaki dan mengembalikan fungsi utama kaki. Contohnya menambah tinggi bagian *heel* pada bagian *orthotic insole*, penambahan *heel* ini dikhususkan untuk anak – anak yang fungsinya untuk melindungi bagian ankle agar tidak mudah bergeser (terkilir). Seperti ditunjukkan gambar di bawah pada bagian yang berwarna hijau.



Gambar 4.14. *Orthotic Insole Untuk Anak*

Kedelapan, tahapan ini merupakan tahap terakhir pada proses membuat desain orthotic insole yaitu tahap *automatic generate* yaitu keunggulan pada *software orthomodel* dimana dapat menggenerasikan bentuk *orthotic insole* secara otomatis.



Gambar 4.15 Hasil Desain *Orthotic Insole*

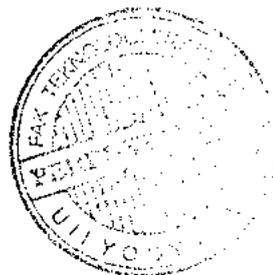
4.4. Simulasi Pemesinan

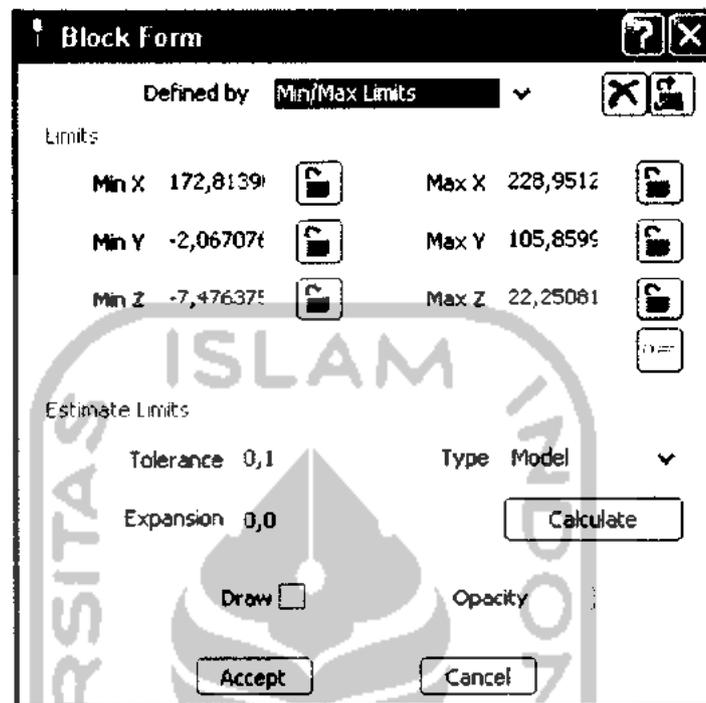
Setelah desain *orthotic insole* selesai dibuat selanjutnya dilakukan proses simulasi pemesinan. Simulasi pemesinan menggunakan *software PowerMILL*. Untuk mensimulasikan desain yang telah digambar pada *software OrthoModel*, perlu dilakukan pertukaran data antar *software*, dengan cara memasukkan *import* data dari *OrthoModel* ke *PowerMILL*. Bentuk file yang digunakan adalah *DMT*.



Gambar 4.16. *Orthotic Insole* dalam *PowerMILL*.

Setelah data dimasukkan ke *PowerMILL*, langkah selanjutnya yaitu menentukan ukuran dari benda kerja yang akan dibuat dengan menggunakan perintah *block*. Supaya ukuran *block* dapat menentukan secara otomatis maka dipilih tombol *calculated*.





Gambar 4.17. Block Form

4.4.1. Simulasi Pemesinan Bagian Atas *Orthotic Insole*

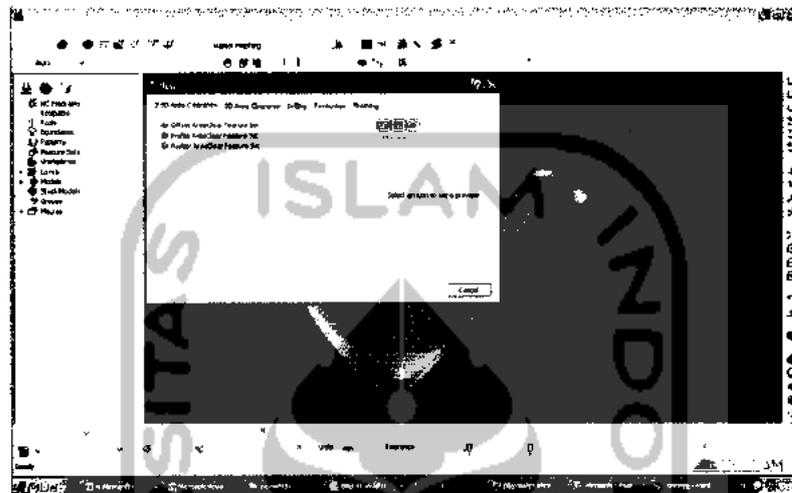
Pada proses simulasi pemesinan, dibagi dua bagian yaitu bagian atas dan bagian bawah dari *orthotic insole*. Untuk mendapatkan hasil dari simulasi pemesinan yang optimal maka harus ditentukan parameter dalam simulasi pemesinan. Adapun parameter simulasi pemesinan tersebut yaitu :

1. Proses *Roughing (3D Area Clearance)*

Merupakan pemakanan awal atau kasar, fungsinya hanya untuk mengurangi atau membuang material benda kerja yang tidak terpakai agar mempermudah kerja pahat pada proses berikutnya. Proses ini dapat juga berfungsi untuk pemakanan kasar untuk membuat *profil*. Strategi yang digunakan adalah *offset area clear feature set*. Pahat yang digunakan dalam proses *roughing* adalah jenis *end mill* dengan diameter mata pahat 3 mm.

Setelah pengaturan parameter-parameter pemesinan dianggap sudah selesai kemudian bisa dilihat hasil pengaturan tersebut dengan melakukan simulasi pemesinan. Jika dianggap sudah sesuai maka bisa diteruskan ke proses berikutnya, tapi jika terjadi kesalahan bisa memperbaiki pengaturan

parameter-parameter tersebut. Dengan adanya simulasi pemesinan dapat menghindari terjadinya kesalahan-kesalahan sebelum pemesinan berlangsung.



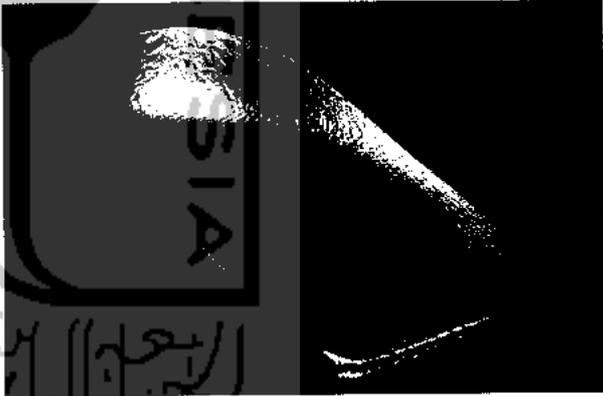
Gambar 4.18. Strategi Pemesinan

2. Proses *Finishing*

Merupakan proses akhir pembentukan *relief* dari produk, fungsinya adalah untuk menyempurnakan hasil pemakanan pada proses sebelumnya. Strategi yang digunakan yaitu pemesinan *finishing* dengan metode pemakanan 3D *offset finishing*. Berikut ini adalah parameter pemesinan yang digunakan untuk proses *finishing* tercantum dalam tabel 4.1 berikut.

Dari hasil simulasi pemesinan dapat terlihat bahwa produk sudah benar-benar terlihat, bagian-bagian sulit yang sebelumnya tidak dapat tercapai kali ini sudah termakan. Hasil simulasi pemesinan proses *finishing* terlihat pada gambar 4.20 di bawah ini.

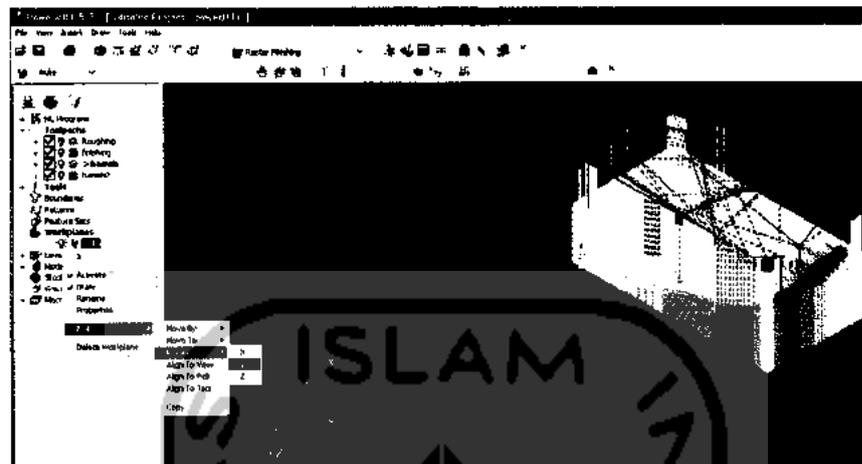
Tabel 4.1. Proses Simulasi Pemesinan Bagian Atas

No	Keterangan	Parameter Simulasi Pemesinan	Hasil Simulasi Pemesinan
1	Material Proses Strategi Tools (Pahat) Spindel speed Stepover Stepdown Tool axis Thickness	<i>Polypropylene</i> <i>Roughing</i> <i>Offset</i> EndMill (Tipradius), Diameter 3 mm, 1500 rpm 0.8 mm 0.5 mm Vertical 0.75 mm	 <p style="text-align: center;">Gambar 4.19. <i>Roughing</i></p>
2	Proses Strategi Tools(Pahat) Stepover Tool axis Thickness	<i>Finishing</i> <i>3 D offset</i> <i>finishing</i> BN,1.5mm 1.0 mm Vertical 0.5 mm	 <p style="text-align: center;">Gambar 4.20. <i>finishing</i></p>

4.4.2. Simulasi Pemesinan Bagian Bawah *Orthotic Insole*

Parameter pada saat simulasi pemakanan bagian bawah *orthotic insole* sama seperti parameter pemakanan bagian atas. Pada proses *roughing*, *strategi*, *tools*, *stepover*, *stepdown*, *tool axis* dan *thickness* sama seperti simulasi bagian atas. Untuk *work plane* pada saat pemakanan bawah harus di *rotate* pada sumbu Y dengan sudut sebesar 180 derajat. Dapat dilihat pada gambar 4.21 di bawah ini.

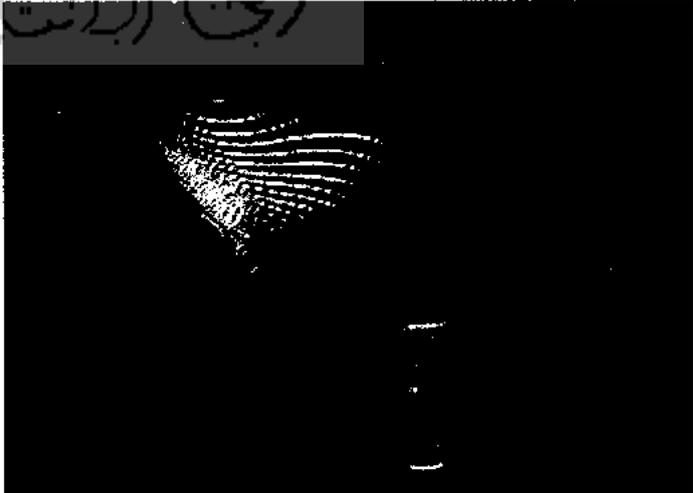




Gambar 4.21. Rotate pada Workplanes

Dari hasil simulasi pemesinan pada saat *roughing* dapat dilihat bentuk profil masih kasar. Seperti dapat dilihat pada gambar 4.22. Sedangkan pada proses *finishing* dapat dilihat hasil yang didapat lebih halus dan profil lebih kelihatan. Hasil dari simulasi pemesinan dapat dilihat pada gambar 4.24.

Tabel 4.2. Simulasi Pemesinan Bagian Bawah

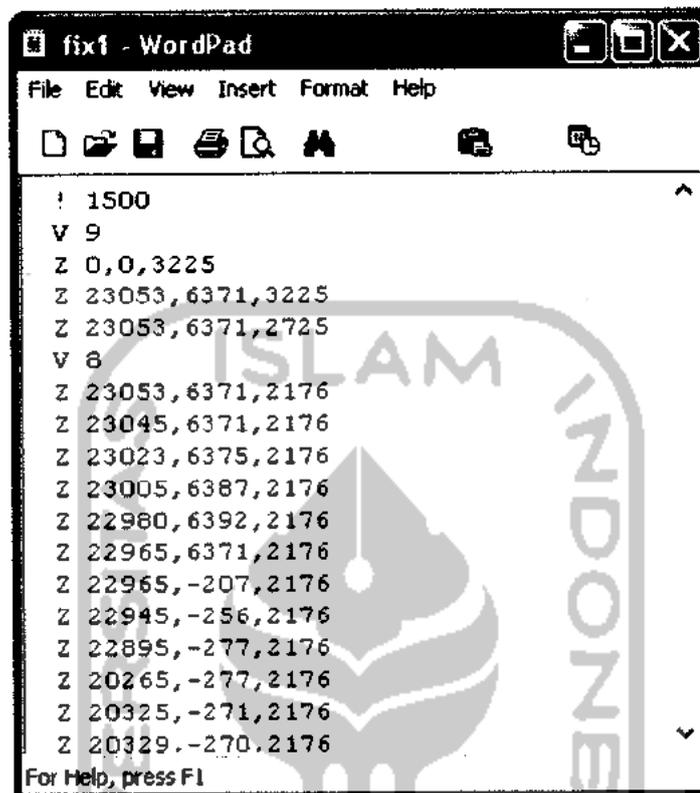
No	Keterangan	Parameter Simulasi Pemesinan	Hasil Simulasi Pemesinan
1	Proses Strategi Tools (Pahat) Stepover Stepdown Tool axis Thickness	<i>Roughing</i> <i>Offset</i> EndMill (Tipradius), Diameter 3 mm, 0.8 mm 0.5 mm Vertical 0.75 mm	

Gambar 4.22. Roughing Offset

2	Proses Strategi Tools(Pahat) Stepover Tool axis Thickness	<i>Finishing</i> 3 D <i>offset</i> <i>finishing</i> BN, 1.5 mm 1.0 mm Vertical 0.5 mm	 <p style="text-align: center;">Gambar 4.23. <i>Finishing</i></p>
3	Hasil simulasi yang didapat		 <p style="text-align: center;">Gambar 4.24. Hasil Simulasi</p>

Setelah simulasi proses pemesinan bagian-bagian dari *orthotic insole* yang terdiri dari bagian atas dan bagian bawah selesai, maka hasil akhir (*output*) yang diperoleh dari proses ini adalah data NC Program yang berupa G-Code. Data NC Program inilah yang nantinya akan dikirim (*transfer*) ke mesin CNC untuk dilakukan proses pemesinan.





```
! 1500
V 9
Z 0,0,3225
Z 23053,6371,3225
Z 23053,6371,2725
V 8
Z 23053,6371,2176
Z 23045,6371,2176
Z 23023,6375,2176
Z 23005,6387,2176
Z 22980,6392,2176
Z 22965,6371,2176
Z 22965,-207,2176
Z 22945,-256,2176
Z 22895,-277,2176
Z 20265,-277,2176
Z 20325,-271,2176
Z 20329,-270,2176
For Help, press F1
```

Gambar 4.25. NC Program

الجمهورية الإسلامية
الاندونيسية

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Metode yang digunakan dalam desain *orthotic insole* adalah *reverse engineering* dengan teknik *scanning*. Dimana *scanning* membantu dalam pencarian data digital, dengan menggunakan mesin *CNC MDX 20*. Semakin halus permukaan benda yang di-*scan* maka semakin halus line yang didapat.

Orthotic insole diharapkan dapat membantu balita dalam mengembangkan kemampuan dasar mereka untuk bermain dan mengenal lingkungan sekitarnya pada proses perkembangan psikisnya. Dalam merancang *orthotic insole* harus memperhatikan aspek ergonomi karena akan memberikan kenyamanan pada pemakainnya, untuk itu *orthotic insole* harus sesuai dengan bentuk kelainan tapak kaki khususnya pada balita.

5.2. Saran

1. Pengetahuan tentang proses pertukaran data antar *software* lebih diperdalam.
2. Melakukan optimasi *scan*, yaitu dengan membuat data dalam bentuk digital (3D) menggunakan *foot scanning* agar data yang dihasilkan lebih sesuai dengan bentuk kaki pasien.
3. Dalam melakukan proses desain, baik pemodelan maupun analisis sebaiknya digunakan *software* yang berlisensi penuh, atau benar-benar *freeware* sehingga *tool-tools* dan *fitur-fitur* yang ada di dalamnya dapat digunakan secara maksimal.
4. Untuk penelitian lebih lanjut diharapkan dapat membuat *orthotic insole* dari material *polypropylene* dengan parameter – parameter pemesinan pada mesin CNC.



DAFTAR PUSTAKA

- Ahmadi Abu H., Sholeh Munawar. 1991. *Psikologi Perkembangan*. Jakarta : PT Rineka Cipta.
- Chang, Wysk., & Wang. 2006. *Computer Aided Manufacturing (3rd edition)*. New Jersey: Prentice Hall, Inc
- Delcam plc. 2002. *Reference Manual "PowerMILL"*, B10 OHJ. England.
- Delcam plc. 2009. *Reference Manual "OrthoModel"*,. England.
- Diktat Mata Kuliah Pemrograman Mesin CNC.
- Guntoro, T.R. 2009. *Perancangan baru cetak sol sepatu dengan customized accessory*. Skripsi, tidak diterbitkan. Yogyakarta : Teknik Mesin Fakultas Teknologi Universitas Islam Indonesia
- Jawa Pos. Pengkor, Kadang Cukup Digips. 6 April 2009
- Judarwanto, W. 2009. *Penilaian dan diagnosis CETV*. Jakarta : Yudhasmara Foundation. Available at <http://childrenclinic.wordpress.com/2009>.
- Kaebnick H., Farmer L. E., Mozar S. 1997. *Concurrent Product and Process Design*. Sydney : UNSW.
- Kalpajinak. S & Steven R. Scamid. 2006. *Manufacturing, Engineering & Technology, Fifth Edition*, Upper Saddle River, NJ : Pearson Education, Inc.
- Kartono, K., 1986. *Psikologi Anak*. Bandung : PT alumni
- Kusuma, M.R. 2009. *Desain dan permodelan sole sepatu edukatif balita dengan accessory puzzle modular bentuk geometri dasar*. Skripsi, tidak diterbitkan. Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia.
- Mikell P. Groover dan Emory W. Zimmers, Jr. 1987. *CAD/CAM Computer Aided Design and Manufacturing*. New Delhi : Prentice Hall of India.
- Monks, F.J., Knoers, A.M.P. 2004. *Psikologi Perkembangan*. Jogjakarta: Gajah Mada University Press.
- Risdiyono. 2007. *Die Design And Numerical Simulation For Die Casting. The 3rd International Conference on Product Design & Development*. Jogjakarta, Indonesia.





JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Sekretariat : Gedung Fakultas Teknologi Industri UJI 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 : Ipung Purnama S
 No. Mahasiswa : 04525011
 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	



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 : Ipung Purnama S
No. Mahasiswa : 04525011
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 : Ipung Purnama S
No. Mahasiswa : 04525011
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 UII 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 : Ipung Purnama S
No. Mahasiswa : 04525011
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 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 : Ipung Purnama S
No. Mahasiswa : 04525011
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	othotic insole tidak dapat di desain menggunakan powerSHAPE karena banyak terdapat titik - titik pada bagian kaki.	Digunakan alternative software lainnya	



JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Sekretariat : Gedung Fakultas Teknologi Industri UII 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 : Ipung Purnama S
No. Mahasiswa : 04525011
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, Presentasi pra seminar	OrthoModel adalah software khusus untuk pembuatan orthotic insole, Kesiapan materi seminar	Mempelajari software OrthoModel, Perbaiki materi seminar	
November 2009	1	Mempelajari software OrthoModel	Desain orthotic insole	Basic dari software OrthoModel dari software PowerSHAPE	Mempelajari Simulasi pemesanan	



JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Sekretariat : Gedung Fakultas Teknologi Industri U11 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 : Ipung Purnama S
No. Mahasiswa : 04525011
Pembimbing : Paryana Puspaputra, Ir., M.Eng

BULAN	MINGGU	KEGIATAN	HASIL	ANALISIS	RENCANA (PERBAIKAN)	PARAF
November 2009	2	Simulasi pemesinan	Parameter proses simulasi pemesinan	Strategi pemesinan, parameter yang digunakan	Simulasi pemesinan 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 mengenal Basis data excnge. 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.	



FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Sekretariat : Gedung Fakultas Teknologi Industri UJI 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 : Ipung Purnama S
No. Mahasiswa : 04525011
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.	
Desember 2009	3	Revisi ulang kelengkapan data bab II, IV dan V.	Laporan tugas akhir bab II, III, IV, V.	Pertukaran data dan kelemahan dalam prosesnya. Hambatan dalam proses.	Menambah referensi daftar pustaka. Melengkapi informasi dari responden.	