

03898

204/FT/TM/2009
19 Agustus 2009

**PERANCANGAN PRODUK BARU CETAKAN SOL
SEPATU DENGAN *CUSTOMIZED ACCESSORY***

***STUDY KASUS* : SOL SEPATU REMAJA PUTRI**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana pada
Jurusan Teknik Mesin



oleh :

Nama : Tri Yudhi Guntoro
No. Mahasiswa : 04 525 049

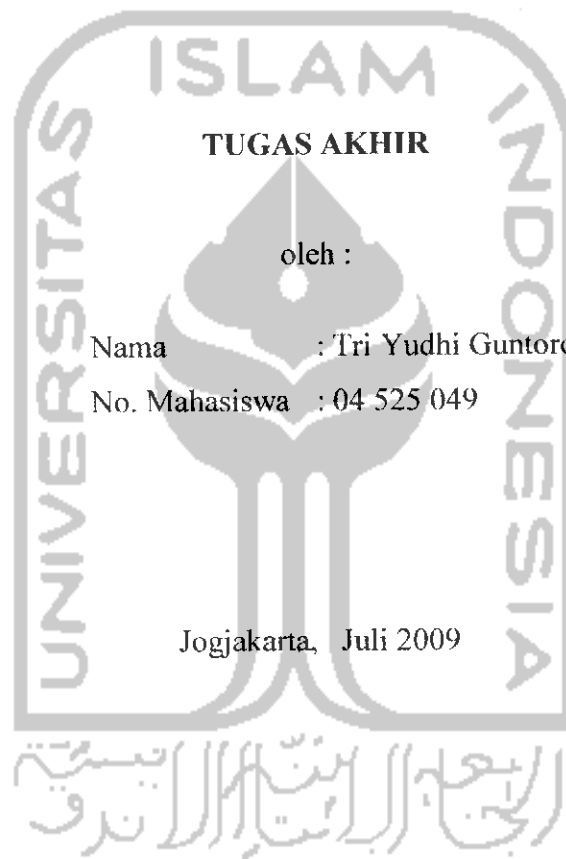
**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA**

2009

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PERANCANGAN PRODUK BARU CETAKAN SOL SEPATU
DENGAN *CUSTOMIZED ACCESSORY*

STUDY KASUS : SOL SEPATU REMAJA PUTRI



Menyetujui,

Pembimbing

Ir. Paryana Puspaputra, M.Eng.

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PERANCANGAN PRODUK BARU CETAKAN SOL SEPATU DENGAN *CUSTOMIZED ACCESSORY*

- *STUDY KASUS* : SOL SEPATU REMAJA PUTRI

TUGAS AKHIR

oleh :

Nama : Tri Yudhi Guntoro

No. Mahasiswa : 04 525 049

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin
Fakultas Teknologi Industri - Universitas Islam Indonesia

Jogjakarta, Juli 2009

Tim Penguji :

Ir. Paryana Puspaputra, M.Eng

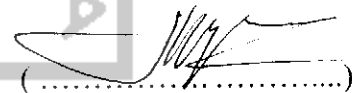
Ketua

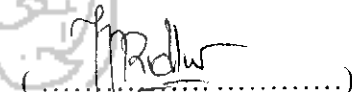
Muhammad Ridlwan, ST., MT

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

Rasa syukur kehadiran ALLAH SWT atas semua karunia, nikmat dan hidayah-Nya yang tiada tara. Aku hanya mahluk yang berada diatas planet bumi kecil-Mu di antara milyaran planet-planet-Mu. Hanya kuasa dan kehendak-Mu yang bisa membuatku seperti ini.

Papa dan Mama ku tercinta, terimakasih atas segala doa, pengorbanan, didikan, perhatian, bimbingan, serta kasih sayang yang selama ini engkau curahkan kepadaku tiada henti dari hembusan nafas pertamaku sampai saat ini. Semoga ALLAH SWT yang membalas kalian dengan limpahan rahmat dan ridho-Nya, karena ketidak sanggupanku untuk bisa membalas semuanya untuk selamanya.

I love you.

Kakak-kakak ku tercinta mbak Eka sekeluarga dan mbak Endah sekeluarga, terimakasih atas do'a, perhatian, dan kasih sayang kalian. Semoga ALLAH SWT selalu memberikan rahmat dan ridho-Nya.

Amin.

Ma'rufah Fauziah Nor, 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 dan Mas Roby, 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, Mahardika Riadi Kusuma, dan Mas Yudis Asfar Khafid, temen-temen kost Pink Viko, Ranggi, Bayu, Deny, Ipunk, Awal dan Iqbal, serta temen-temen kost marla Sincan, Gabenk dan Jeri. 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 2004 dan semua temen-temen di Teknik Mesin UII. Ayo buktikan kalo kita bisa dan mampu! serta buktikan bahwa kita adalah yang terhebat! Semoga semuanya cepet lulus dan sukses!

Amin.

UNIVERSITAS ISLAM
 ZONNESIA
 الجامع الإسلامي
 الزونسية

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)

“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)

“Kepuasan terletak pada usaha, bukan pada hasil. Berusaha dengan keras adalah kemenangan yang hakiki”

(Mahatma Gandhi)

“Hal terindah yang dapat kita alami adalah misteri. Misteri adalah sumber semua seni sejati dan ilmu pengetahuan”

(Albert Einstein)

“Musuh yang paling berbahaya di muka bumi ini adalah penakut dan bimbang. Teman yang paling setia, hanyalah keberanian dan keyakinan yang teguh”

(Andrew Jackson)

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 “Perancangan Produk Baru Cetakan Sol Sepatu dengan *Customized Accessory*” 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. Bapak Fathul Wahid, ST., M.Sc selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Muhammad Ridlwan, ST., MT selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia.
3. 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.
4. Segenap Dosen Jurusan Teknik Mesin, Universitas Islam Indonesia
5. Papa, Mama, Mbak Eka dan Mbak Endah untuk semua do'a dan dukungannya.
6. Ma'rufah Fauziah Nor 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 fury, mas febry, aak didin, mas inem”.
9. Teman-teman bimbingan tugas akhir Bapak Ir. Paryana Puspaputra, M.Eng.
10. Teman-teman angkatan 2004 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, Juli 2009

Penulis

ABSTRAK

Munculnya sistem manufaktur modern memberikan solusi bagi banyaknya permasalahan industri. Dalam sistem manufaktur modern, pembuatan produk menggunakan software CAD/CAM/CAE dan proses produksi menggunakan mesin CNC. Hal ini berdampak juga pada pembuatan sol sepatu. Pembuatan sol sepatu tidak mungkin dilakukan secara manual karena memakan waktu yang lama dan tidak presisi. Sepatu mengalami perkembangan dan perubahan model dari waktu ke waktu. Selain fungsi utama sepatu sebagai pelindung kaki, sekarang sepatu juga dapat dijadikan sebagai pelengkap gaya hidup (lifestyle). Keinginan konsumen akan produk sepatu inovatif mengakibatkan produsen dituntut lebih kreatif menampilkan produk baru. Tujuan penelitian ini adalah melakukan proses perancangan dan pengembangan produk baru serta mewujudkannya, yaitu dengan membuat desain sol sepatu inovatif dengan customized accessory. Proses diawali dari mengembangkan ide dan kreatifitas, survey langsung mengenai kebutuhan konsumen akan produk, diteruskan dengan menganalisa data dan informasi produk dari konsumen, hingga proses perancangan produk dengan teknologi CAD/CAM/CAE. Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemikiran baru (inovasi) dalam desain sol sepatu yang memungkinkan untuk dipatenkan khususnya di Indonesia serta dapat menjadi dasar atau inpirasi dari ide-ide kreatif untuk mengembangkan produk lainnya.

Kata kunci : sole sepatu, customized accessory, inovatif, CAD/CAM/CAE, produk baru

الجامعة الإسلامية
الاسلامية

DAFTAR ISI

PERANCANGAN PRODUK BARU CETAKAN SOL SEPATU DENGAN <i>CUSTOMIZED ACCESSORY</i>	i
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
MOTTO.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
ABSTRAK	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
Bab 1	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
Bab 2	4
LANDASAN TEORI	4
2.1 Sepatu	4
2.1.1 Bagian-bagian Sepatu.....	4
2.1.2 Pola Tapak Kaki Manusia	5
2.2 Material.....	6
2.2.1 Plastik	6
2.2.2 <i>Polyvinyl Chloride (PVC)</i>	8

2.3	Produk Desain.....	10
2.3.1	Proses Pengembangan Produk	11
2.3.2	Identifikasi Kebutuhan Pelanggan	12
2.3.3	Metode Pengumpulan Data	14
2.3.4	Ukuran Penyimpangan	15
2.4	<i>Software</i> CAD/CAM/CAE.....	16
2.4.1	Delcam PowerSHAPE.....	18
2.4.2	Autodesk Inventor	19
2.4.3	Moldflow	20
2.4.4	Delcam PowerMILL	21
2.4.5	Pertukaran Data Antar <i>Software</i>	22
2.5	Cetakan	22
2.5.1	Jenis-jenis Cetakan.....	22
2.5.2	Bagian-bagian Cetakan	23
2.5.3	Pembuatan Cetakan (<i>Mold Design</i>).....	24
2.6	Proses <i>Injection Molding</i>	26
2.6.1	Bagian-bagian Mesin <i>Injection Molding</i>	27
2.6.2	Keuntungan dan Kerugian Proses <i>Injection Molding</i>	29
2.6.3	Istilah-istilah dalam Proses <i>Injection Molding</i>	29
Bab 3	.....	32
METODOLOGI PENELITIAN.....		32
3.1	Perencanaan (<i>zero fase</i>)	33
3.2	Pengembangan Konsep Produk	34
3.2.1	Konsumen Sasaran (Observasi Konsumen)	34
3.2.2	Penyebaran Kuesioner.....	34
3.2.3	Bobot Penilaian	35
3.3	Merancang Produk.....	36
3.4	Membuat Desain Detail Produk	37
Bab 4	.....	40
DATA DAN PEMBAHASAN.....		40
4.1	Pengolahan Data Kuesioner.....	40

4.2	Pertukaran Data antar <i>Software</i>	43
4.3	Simulasi Penentuan Titik Injeksi	46
4.3.1	Memilih Material Produk	46
4.3.2	<i>Setting</i> Kondisi Proses	47
4.3.3	Analisa Lokasi Titik Injeksi	47
4.3.4	Analisa Aliran Material pada saat Injeksi	47
4.3.5	Analisa Hasil Akhir	50
4.4	Pembuatan Desain Cetakan	51
4.5	Simulasi Pemesinan	53
4.5.1	<i>Core</i>	55
4.5.2	<i>Cavity</i>	57
4.5.3	<i>Slider</i>	60
Bab 5	.....	62
PENUTUP	.....	62
5.1	Kesimpulan	62
5.2	Saran	63
DAFTAR PUSTAKA	.....	64

DAFTAR TABEL

Tabel 3-1. Bobot penilaian atribut.....	35
Tabel 3-2. Keterangan penilaian.....	36
Tabel 4-1. Warna sepatu yang paling disukai.....	40
Tabel 4-2. Kombinasi warna sepatu yang paling disukai.....	40
Tabel 4-3. Jumlah kombinasi warna sepatu yang diinginkan.....	41
Tabel 4-4. Adanya asesoris tambahan pada sol sepatu.....	41
Tabel 4-5. Sepatu dapat/bisa digunakan untuk berbagai kegiatan/keperluan (multifungsi).....	41
Tabel 4-6. Hasil perolehan suara <i>sample</i> konsumen terhadap desain yang dipaparkan.....	41
Tabel 4-7. <i>Properties of Material PVC Ethyl 7053</i>	46
Tabel 4-8. Kondisi proses.....	47
Tabel 4-9. Proses simulasi pemesinan <i>core</i>	55
Tabel 4-10. Proses simulasi pemesinan <i>cavity</i>	57
Tabel 4-11. Proses simulasi pemesinan <i>slider</i>	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1. Bagian-bagian sepatu.....	5
Gambar 2-2. Pola tapak kaki manusia	5
Gambar 2-3. Rantai <i>Polyvinyl Chloride</i>	8
Gambar 2-4. Tahapan proses pengembangan produk baru	12
Gambar 2-5. Ilustrasi penggunaan <i>software CAD/CAM/CAE</i>	17
Gambar 2-6. Tampilan Delcam PowerSHAPE	18
Gambar 2-7. Tampilan Autodesk Inventor 2008.....	19
Gambar 2-8. Tampilan Moldflow Plastics Insight	20
Gambar 2-9. Tampilan Delcam PowerMILL	21
Gambar 2-10. <i>Standard mold</i>	23
Gambar 2-11. Ilustrasi pembuatan cetakan	24
Gambar 2-12. Bagan proses <i>injection molding</i>	26
Gambar 2-13. Contoh cetakan dan produk hasil proses <i>injection molding</i>	27
Gambar 2-14. Tipe-tipe <i>clamping unit</i>	29
Gambar 2-15. Bagian-bagian <i>mold</i>	30
Gambar 2-16. Ilustrasi <i>weld lines</i>	30
Gambar 2-17. <i>Air traps</i>	31
Gambar 3-1. Diagram alir penelitian	32
Gambar 3-2. Proses pengembangan produk baru	33
Gambar 3-3. Model/desain yang akan dikembangkan	33
Gambar 3-4. Model/desain sol sepatu yang dipaparkan	34
Gambar 3-5. Model/desain sol sepatu dalam satu komponen	36
Gambar 3-6. <i>Last Engineering</i>	37
Gambar 3-7. <i>Wireframe</i> model (2D)	38
Gambar 3-8. <i>Surface</i> model (3D) bagian atas	38
Gambar 3-9. <i>Wireframe</i> motif	38
Gambar 3-10. <i>Solid</i> model (3D)	39

Gambar 3-11. Desain akhir.....	39
Gambar 4-1. Desain/model sol sepatu yang memperoleh suara tertinggi	42
Gambar 4-2. Desain/model sepatu setelah revisi warna	42
Gambar 4-3. <i>Fitur STL import</i> pada <i>software</i> inventor	43
Gambar 4-4. Desain <i>STL file</i> pada <i>software</i> inventor	44
Gambar 4-5. <i>Fitur moldflow</i> pada <i>software</i> inventor.....	44
Gambar 4-6. Desain pada <i>software</i> moldflow	45
Gambar 4-7. Ilustrasi proses <i>powerSHAPE export to moldflow</i>	45
Gambar 4-8. Urutan analisa dan prediksi kualitas produk	46
Gambar 4-9. <i>Best Gate Location</i>	47
Gambar 4-10. <i>Filling Time</i>	48
Gambar 4-11. <i>Time to Freeze</i>	48
Gambar 4-12. <i>Air Traps</i>	48
Gambar 4-13. <i>Weld Lines</i>	49
Gambar 4-14. <i>Confidence of fill</i>	50
Gambar 4-15. <i>Quality prediction</i>	50
Gambar 4-16. Detail desain sol	51
Gambar 4-17. <i>Core</i>	51
Gambar 4-18. <i>Cavity</i>	52
Gambar 4-19. <i>Slider</i>	52
Gambar 4-20. <i>Slider</i> pada cetakan.....	52
Gambar 4-21. <i>Moldbase design</i>	53
Gambar 4-22. Desain cetakan pada <i>software</i> PowerSHAPE.....	53
Gambar 4-23. Desain cetakan pada <i>software</i> PowerMILL	54

Bab 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Munculnya sistem manufaktur modern berbasis CAD/CAM/CAE memberikan solusi bagi banyaknya permasalahan industri, dengan sistem modern tersebut diharapkan dapat mengurangi biaya produksi dan meningkatkan efisiensi waktu proses manufaktur.

Adanya sistem manufaktur modern yang berbasis CAD/CAM/CAE, berdampak pada pembuatan sol sepatu. Pembuatan sol sepatu tidak mungkin dilakukan secara manual karena memakan waktu yang lama dan tidak presisi.

Seiring dengan perkembangan zaman, pola pikir dan gaya hidup telah mempengaruhi konsumen untuk kritis dan selektif terhadap semua hal, begitu juga dalam pemilihan sepatu. Sepatu mengalami perkembangan dan perubahan model dari waktu ke waktu. Selain fungsi utama sepatu sebagai pelindung kaki, sekarang sepatu juga dapat dijadikan sebagai pelengkap gaya hidup (*lifestyle*).

Permasalahan yang ada hingga saat ini yaitu mengenai fungsional/penggunaan dari sepatu yang hanya untuk kegiatan tertentu serta biaya yang besar yang harus dikeluarkan konsumen untuk membeli sepatu-sepatu tersebut, terutama konsumen remaja putri. Kebanyakan dari remaja putri hanya menggunakan satu sepatu untuk satu kegiatan tertentu saja, mereka mempunyai lebih dari satu pasang sepatu untuk di pakai pada kegiatan lainnya, hal ini sudah tentu memerlukan biaya yang besar.

Dengan fungsi dan kegunaan sepatu yang beraneka ragam mengakibatkan para produsen sepatu berlomba untuk memenuhi *consumer needs*. Untuk memenuhi hal tersebut, industri mulai menjalankan produksinya ke arah *consumer oriented*. Mereka dituntut untuk dapat membuat produk dengan nilai kreatifitas dan inovasi tinggi agar laku di pasaran.

Salah satu terobosan baru produk sepatu yang dapat dijadikan daya tarik bagi konsumen (khususnya pasar Indonesia) adalah dengan memasukkan unsur kepemilikan, baik pribadi ataupun instansi tertentu yaitu dengan memberikan nama (identitas) dalam mendesain sol sepatu. Dalam hal ini, untuk pribadi akan memberikan kesan *special edition* pada sepatu, harapan yang ingin dicapai yaitu agar nantinya sepatu tersebut dapat digunakan untuk berbagai keperluan atau kegiatan oleh penggunanya, terutama oleh remaja putri. Sedangkan untuk instansi tertentu akan memberikan kesan keseragaman pada sepatu.

Dalam merancang dan mengembangkan sebuah produk baru diperlukan beberapa tahapan-tahapan dan pendekatan yang harus dilakukan guna memenuhi *consumer needs* dan tentunya agar produk tersebut dapat diterima di pasaran.

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana melakukan proses perancangan dan pengembangan produk baru dengan menjelaskan tahapannya?
2. Bagaimana mewujudkan produk yang sesuai dengan proses perancangan dan pengembangan produk baru yang ditetapkan?

1.3 Batasan Masalah

Pada tahap ini, penyelesaian masalah secara mendasar dilakukan dengan batasan sebagai berikut :

1. Tugas Akhir ini dilakukan hanya sampai pada tahapan optimasi dan simulasi proses pemesinan.
2. Ukuran *Sprue*, *Runner*, dan *Gate* tidak dibahas, hanya sampai penentuan *Best Gate Location*, *Injection Location* dan *Material Flow*.
3. Analisa *finite element* secara mendetail tidak dibahas.
4. *Software* utama yang digunakan adalah PowerSHAPE, PowerMILL, Autodesk Inventor, dan Moldflow.
5. Dimensi gambar hanya ditampilkan dalam bentuk isometrik.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Membuat desain/model sol sepatu dengan *accessory* nama pribadi untuk remaja putri.
2. Mengetahui prediksi kualitas dan tingkat kepercayaan pengisian material cair dalam cetakan setelah proses *injection molding*.
3. Memperoleh bentuk *ISLAM* sol sepatu dan cetakannya yang siap untuk dibuat dengan sebelumnya melakukan simulasi dan pemodelan 3D.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Dapat memberikan gambaran pentingnya simulasi dan pemodelan 3D sebelum membuat produk.
2. Dapat memberikan gambaran pentingnya proses pertukaran data antar *software* pada proses pembuatan produk berbasis teknologi CAD/CAM/CAE.
3. Dapat memberikan pemikiran baru (inovasi) dalam desain sol sepatu yang memungkinkan untuk dipatenkan khususnya di Indonesia.

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, dalam hal ini digunakan metodologi pengembangan produk baru (*Design Product and Development*). Bab IV merupakan data dan pembahasan dari penelitian yang telah dilakukan. Sedangkan kesimpulan dan saran setelah penelitian dijelaskan pada Bab V Penutup.

Bab 2

LANDASAN TEORI

2.1 Sepatu

Alas kaki yang dahulu begitu sederhana, telah mengalami beberapa perubahan fungsi dan kegunaan, seperti terdapatnya hiasan dengan beragam aksesoris tambahan untuk memperindah tampilan. Hal itu dimulai pada abad ke-15 saat kekuasaan Dinasti Tudor di Inggris, yang menandakan status sosial. (Saryoto, 2008)

Pada abad 10 – 15, muncul jenis sepatu runcing (*sabot*) yang dikombinasi kaus rajutan *knitted house* dari Spanyol yang disukai Ratu Elizabeth, Inggris. Pada abad 19, bentuk *sole* sepatu kemudian berkembang dengan penambahan *hak* pada *sole* nya. Aspek kesederhanaan menjadi pertimbangan sehingga terjadi reduksi pernik dan dibuat dalam jumlah massal. Pada abad 20 merupakan jaman keemasan bagi alas kaki, terutama untuk para wanita. Pertama kali dalam sejarah busana, alas kaki menjadi pusat penampilan. (Ricci, 2008)

2.1.1 Bagian-bagian Sepatu

Sepatu terbagi menjadi 2 bagian, yaitu :

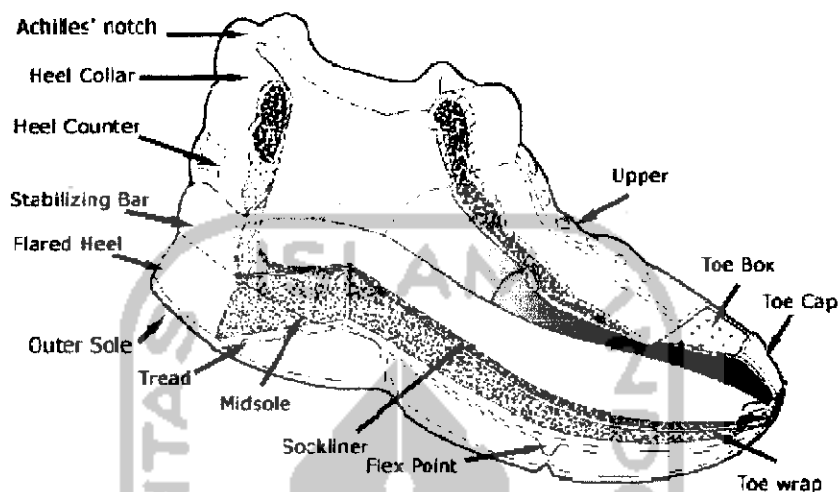
a. Upper

Merupakan bagian sepatu yang terdapat di bagian sisi atas, mulai dari ujung depan sepatu, sisi kanan dan kiri, bagian lidah (*tongue*) sampai dengan bagian belakang.

b. Bottom

Merupakan bagian alas atau bawah dari sepatu atau disebut juga dengan sol sepatu. Ada tiga jenis lapisan sol yaitu sol terluar (*outer sole*), sol tengah (*midsole*) dan sol terdalam (*in sole*).

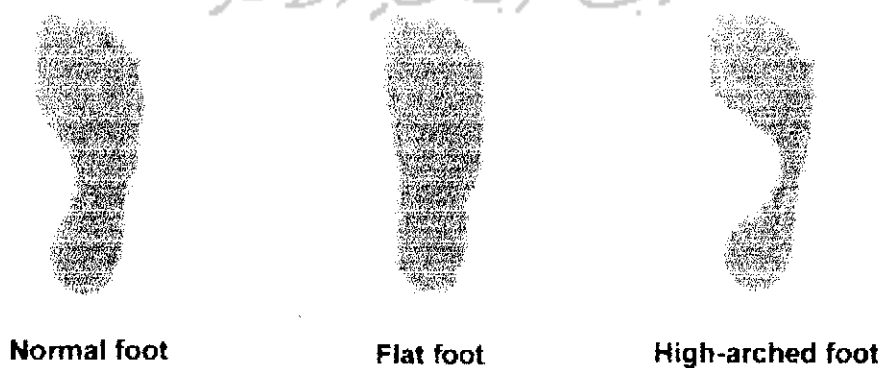
Gambar 2-1. merupakan contoh bagian-bagian sepatu. (www.shoesguide.org)



Gambar 2-1. Bagian-bagian sepatu

2.1.2 Pola Tapak Kaki Manusia

Bentuk sepatu bagaimana yang cocok untuk kaki sangat penting untuk diketahui. Pola tapak yang berbeda membuat seseorang harus lebih teliti dalam memilih sepatu. Orang dengan pola tapak kaki lebar harus memilih sepatu dengan pola tapak lebih lebar, daripada sepatu yang mempunyai pola tapak sempit. Ada berbagai jenis ukuran dan bentuk kaki manusia. (www.enjoytherun.com)



Gambar 2-2. Pola tapak kaki manusia

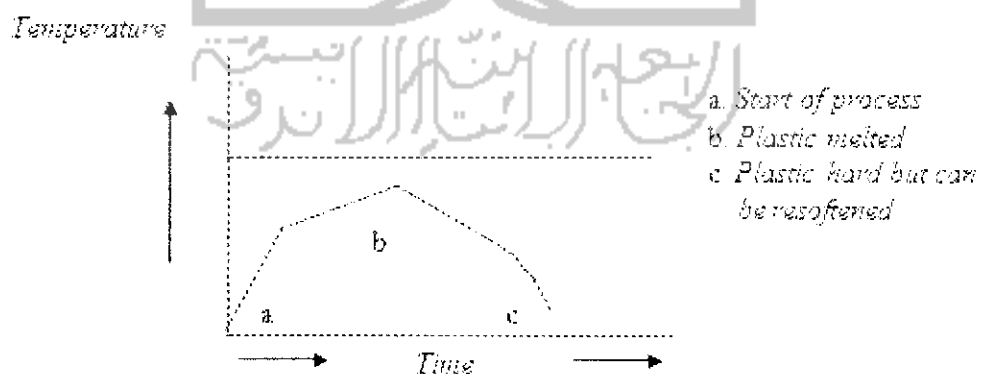
2.2 Material

2.2.1 Plastik

Bahan plastik merupakan materi yang terbentuk dari berbagai macam polimer dengan komposisi kimia dan struktur fisik yang berbeda-beda. Polimer adalah senyawa karbon yang berikatan dengan unsur hidrogen, klorin, oksigen, nitrogen dan flourin dan merupakan gabungan dari beberapa monomer yang akan membentuk rantai yang sangat panjang. (Staudinger, 1974)

Pengembangan plastik berasal dari penggunaan material alami (seperti: permen karet, "shellac") sampai ke material alami yang dimodifikasi secara kimia (seperti: karet alami, "nitrocellulose") dan akhirnya ke molekul buatan manusia (seperti: epoxy, polyvinyl chloride, polyethylene).

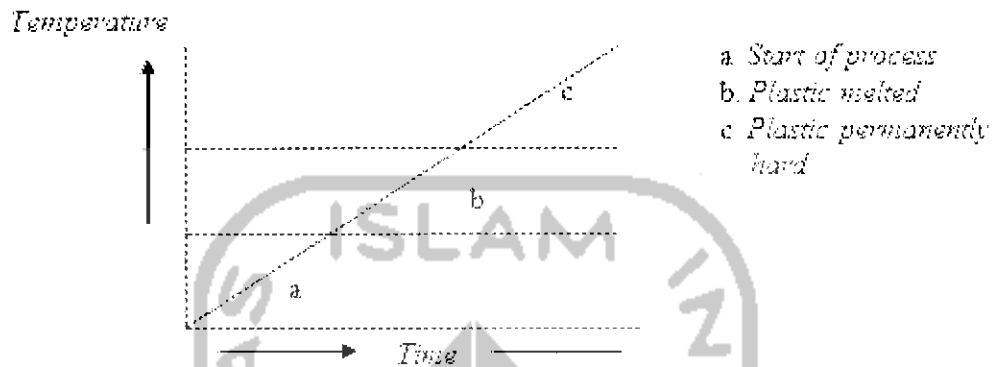
Secara garis besar plastik dapat dikelompokkan menjadi dua golongan yaitu plastik thermoplast dan plastik thermoset. Plastik thermoplast adalah plastik yang dapat dicetak berulang-ulang dengan adanya panas. Plastik thermoplast antara lain PE (Polyethylene), PP (Polypropylene), PS (Polysterene), ABS (Acrylonitrile-Butadine-Styrene), Nylon, dan PVC (Polyvinyl chloride).



Grafik 2-1. Plastik thermoplast

Plastik thermoset adalah plastik yang apabila telah mengalami kondisi tertentu tidak dapat dicetak kembali. Plastik thermoset adalah PU (Poly

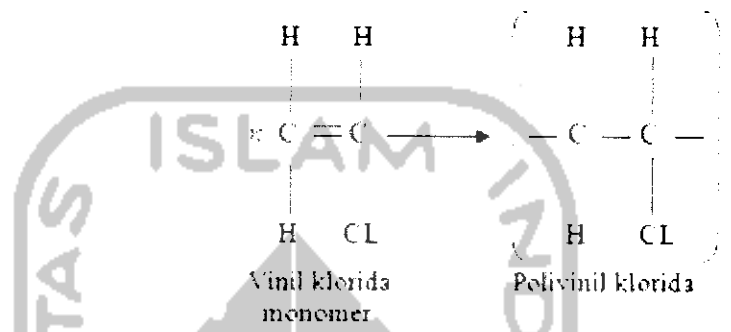
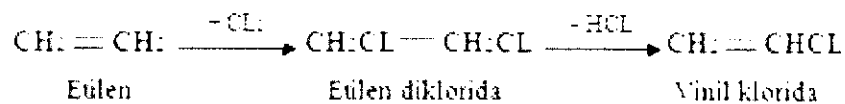
Urethane), UF (*Urea Formaldehyde*), MF (*Melamine Formaldehyde*), polyester dan epoxy.



Grafik 2-2. 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.

2.2.2 Polyvinyl Chloride (PVC)



Gambar 2-3. Rantai Polyvinyl Chloride

Tepung putih dengan massa jenis 1.4 ini, baik dalam ketahanan air, ketahanan asam dan ketahanan alkali, isolasi listriknya baik dan tahan terhadap banyak larutan. PVC melunak pada 65-85 °C, plastis pada 120-150 °C, mencair pada atau di atas 170 °C dan terurai pada atau di atas 190 °C. Temperatur yang cocok untuk pengolahan adalah 150-180 °C. Akan tetapi sifat-sifat tersebut dapat berubah tergantung pada sistem produksi.

Bahan ini mempunyai kekuatan dampak yang tidak begitu tinggi, maka bahan polimer lain seperti resin ABS, karet nitril, polietilen dikloran, dan sebagainya, ditambahkan 6-10 bagian, diaduk, dan dikopolimerkan agar sifatnya menjadi lebih baik. Bahan ini sangat buruk dalam kestabilan terhadap panas dan cahaya, maka dipakai bahan penyetabil tertentu, yaitu campuran dari timbal anorganik (oksida timbal, timbal sulfat tribasa), sabun logam dan senyawa tanah organik. Pengaruh dari penyetabil sangat tergantung pada bahan pemlastis yang dipakai. (Surdia dan Shinroku, 1999)

Bahan baku yang diperlukan untuk pembuatan resin PVC adalah gas *chlorine* dan *ethylene*. Gas *chlorine* didapat dari garam dapur, dan *ethylene* dihasilkan dari minyak bumi. Porsi *chlorine* adalah 57% dari keseluruhan berat

PVC, jadi PVC termasuk bahan plastik dengan ketergantungan yang rendah terhadap minyak bumi yang ketersediaannya kian hari kian menipis.

Melalui teknologi bahan-bahan aditif, PVC dapat dibentuk menjadi produk-produk bermanfaat dengan variasi sifat yang sangat beragam, keras, lunak dan transparan, dan menghasilkan produk-produk yang begitu beragam, mulai dari pipa dengan berbagai ukuran dan spesifikasi kekuatan, peralatan medis, berbagai kemasan makanan maupun non-makanan, kulit imitasi, *automotive parts*, selang dan kabel, *electronics parts*, dan lain-lain.

PVC dapat bercampur secara sempurna (*miscible*) dengan masing-masing zat yang kemudian lazim disebut sebagai *plasticizer*, menghasilkan bahan baru dengan sifat yang dapat direkayasa, mulai dari yang keras, ketika hanya sedikit *plasticizer* dicampurkan dengan PVC, hingga yang sangat elastis, ketika komponen terbesar dalam campuran itu adalah *plasticizer*.

Terobosan teknis tersebut merupakan awal dari revolusi penggunaan PVC sebagai *commodity plastics* yang melibatkan penggunaan *plasticizer* guna mempermudah pemrosesannya serta memberinya sifat elastis yang cocok untuk berbagai aplikasi seperti kulit imitasi, plastik untuk alas meja, dan sebagainya. Terobosan teknis kedua berupa berkembangnya teknologi formulasi PVC dengan penggunaan zat-zat yang lazim disebut *stabilizer*, *processing aid* dan sebagainya.

Satu tahap penting lagi sebelum resin PVC bisa ditransformasikan menjadi berbagai produk akhir adalah pembuatan *compound*/adonan. *Compound* adalah resin PVC yang telah dicampur dengan berbagai aditif yang masing-masing memiliki fungsi tertentu, sehingga siap untuk diproses menjadi produk jadi dengan sifat-sifat yang diinginkan. Sifat-sifat yang dituju meliputi warna, kefleksibelan bahan, ketahanan terhadap sinar ultra violet (bahan polimer/plastik cenderung rusak jika terpapar oleh sinar ultra violet yang terdapat pada cahaya matahari), dan lain-lain.

PVC dapat direkayasa hingga bersifat keras untuk aplikasi-aplikasi seperti pipa dan botol plastik, lentur dan tahan gesek seperti pada produk sol sepatu, hingga bersifat fleksibel/lentur dan relatif tipis seperti aplikasi untuk *wall paper* dan kulit imitasi. PVC dapat juga direkayasa sehingga tahan panas dan tahan

cuaca untuk penggunaan di alam terbuka, dengan segala keluwesannya maka PVC cocok untuk jenis produk yang nyaris tak terbatas dan setiap *compound* PVC dibuat untuk memenuhi kriteria suatu produk akhir tertentu.

Compound PVC kemudian dapat diproses dengan berbagai cara untuk memenuhi ratusan jenis penggunaan yang berbeda, misalnya:

- a. PVC dapat diekstrusi, artinya dipanaskan dan dialirkan melalui suatu cetakan berbagai bentuk, sehingga dihasilkan produk memanjang yang profilnya mengikuti bentuk cetakan tersebut, misalnya produk pipa, kabel dan lain-lain.
- b. PVC juga dapat di lelehkan dan kemudian disuntikkan (cetak injeksi) ke dalam suatu ruang cetakan. Produk yang diperoleh adalah sol sepatu, sepatu, sepatu boot, *sleeve* (penguat leher baju), *valve*, *electrical and engineering parts*.
- c. Proses kalendering menghasilkan produk berupa film dan lembaran dengan berbagai tingkat ketebalan, biasanya dipakai untuk produk alas lantai, *wall paper*, dan lainnya.

2.3 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).

2.3.1 Proses Pengembangan Produk

Secara umum, proses adalah urutan langkah-langkah dalam mengubah masukan (*input*) menjadi suatu keluaran (*output*). Proses pengembangan produk merupakan tahapan-tahapan kegiatan perusahaan dalam menyusun, merancang, dan mengomersilkan produk.

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

- a. Perencanaan
Tahap ini disebut juga sebagai *zerofase*.
- b. Pengembangan Konsep
Kebutuhan pasar sasaran (*target market*) diidentifikasi.
- c. Perancangan Tingkatan Sistem
Pembagian produk menjadi subsistem-subsistem serta komponen-komponen.
- d. 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).
- e. Pengujian dan Perbaikan (evaluasi)
Pembuatan *prototype* produk untuk diuji (dievaluasi) apakah sudah sesuai dengan produk yang diinginkan/diharapkan atau belum.

f. Produksi Awal

Produk dibuat dengan menggunakan sistem produksi yang sesungguhnya, bertujuan untuk melatih kemampuan dan mengetahui segala permasalahan yang mungkin muncul pada produksi yang sesungguhnya. Dalam industri manufaktur tahap ini biasanya disebut dengan *pre-production* (PP), tahap ini juga merupakan tahap terakhir untuk melangkah ke *mass-production* (MP).

Tahapan proses pengembangan produk terlihat pada gambar 2-4 berikut.



Gambar 2-4. Tahapan proses pengembangan produk baru

2.3.2 Identifikasi Kebutuhan Pelanggan

Analisa kebutuhan pelanggan dipergunakan untuk mengidentifikasi kepuasan pelanggan yang sifatnya sangat penting, dan menentukan spesifikasi produk yang akan dikembangkan dengan *feature* yang mampu memenuhi keinginan konsumen tersebut. Ini merupakan cara berkomunikasi secara langsung dengan pelanggan dalam rangka memahami sudut pandang pengguna produk dan meminimalisasi kekeliruan penafsiran rancangan produk ketika diluncurkan ke pasar. Idealnya adalah setiap produk baru yang dirancang harus sesuai dengan ekspektasi konsumen.

Manfaat dari analisa tersebut adalah melaksanakan suatu metode yang sistematis dalam mengumpulkan suara pelanggan (*voice of customer*), menyaring dan memprioritaskan *features* unggulan yang akan dikembangkan. Dalam hal ini, tidak semua VOC diakomodir dalam produk yang akan dikembangkan, namun setiap ide yang tertuang dalam VOC harus disaring dan dianalisis dan juga perlu disesuaikan dengan kemampuan sumber daya yang dimiliki, karena mungkin saja

terdapat suatu ide yang sangat kreatif dan inovatif dan memungkinkan secara teknis untuk dikembangkan, namun apabila sumber daya dan tenaga ahli serta finansial yang tidak mendukung, maka proses pengembangan produk baru umumnya tidak dapat berjalan dengan baik dan memungkinkan juga proses ini tidak akan dilanjutkan.

Pengembangan produk yang hanya berdasarkan pada imajinasi dan perkiraan, tanpa melakukan riset dan analisa pasar yang memadai, merupakan penyebab umum terjadinya kegagalan produk baru ketika diluncurkan ke pasar. Dengan melakukan analisa kebutuhan pelanggan maka faktor kegagalan akan bisa diantisipasi dan memastikan bahwa proses pengembangan produk yang dilakukan berada pada jalur yang semestinya.

Ada beberapa langkah yang harus dilakukan untuk mengumpulkan dan mengetahui kebutuhan pelanggan :

- a. Mencari data awal dari pelanggan
- b. Jenis kebutuhan pelanggan dipilih/ditumpuk
- c. Mengurutkan tingkat kepentingan pelanggan
- d. Melakukan analisa statistik
- e. Merefleksikannya ke dalam proses dan hasil

Semakin suatu produk hadir dengan tuntutan kebutuhan pelanggan dan memungkinkan secara teknis dan faktor lainnya, maka ketika nanti produk tersebut hadir akan diterima pasar dengan baik. Oleh karena itu, dengan mengetahui tuntutan kebutuhan pelanggan akan suatu produk dengan baik, merupakan awal proses pengembangan produk yang berhasil. Respon dari pelanggan merupakan penentu sukses tidaknya produk yang baru di kembangkan.

Mengembangkan produk dengan terlebih dahulu mendengarkan VOC akan jauh lebih baik ketimbang hanya mengandalkan hitungan di atas kertas dan perkiraan-perkiraan serta asumsi-asumsi yang dangkal.

Setiap permintaan dan keinginan konsumen akan kualitas produk biasanya mempunyai bobot tingkat kepentingan yang berbeda. Untuk menentukan prioritas yang harus diutamakan, terlebih dahulu dibuat pembobotan berupa penilaian

sehingga bisa mengetahui hal yang menjadi perhatian dan diutamakan dalam produk yang dikembangkan. (Purba, 2009)

2.3.3 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang umum digunakan dalam suatu penelitian adalah observasi, wawancara, dan kuesioner. (Sugiyono, 2002)

a. Wawancara

Wawancara digunakan untuk mendapatkan data secara langsung dari pihak tertentu yang merupakan komunikasi dari seorang pekerja untuk mendapatkan informasi sesuai dengan yang diinginkan. Teknik wawancara memakan waktu dan biaya yang sangat besar untuk sampel yang cukup besar dan tersebar. Wawancara berarti komunikasi antara pewawancara dan orang yang diwawancara, hal ini cenderung menimbulkan perbedaan interpretasi antara keduanya. Namun dengan teknik wawancara akan dapat diperoleh informasi lebih lengkap.

b. Kuesioner

Kuesioner merupakan metode penelitian yang harus dijawab responden untuk menyatakan pandangannya terhadap suatu persoalan. Sebaiknya pertanyaan dibuat dengan bahasa sederhana yang mudah dimengerti dan kalimat-kalimat pendek dengan maksud yang jelas. Penggunaan kuesioner sebagai metode pengumpulan data memiliki beberapa keuntungan, diantaranya adalah pertanyaan yang akan diajukan pada responden dapat distandarkan, responden dapat menjawab kuesioner pada waktu luangnya, pertanyaan yang diajukan dapat dipikirkan terlebih dahulu sehingga jawabannya dapat dipercaya dibandingkan dengan jawaban secara lisan, serta pertanyaan yang diajukan akan lebih tepat dan scragam. Kuesioner dapat dibagi menjadi empat, yaitu :

1. Kuesioner tertutup

Setiap pertanyaan telah disertai sejumlah pilihan jawaban. Responden hanya memilih jawaban yang paling sesuai.

2. Kuesioner terbuka

Tidak terdapat pilihan jawaban sehingga responden harus memformulasikan jawabannya sendiri.

3. Kuesioner semi terbuka

Pertanyaan yang jawabannya telah tersusun rapi, tetapi masih ada kemungkinan tambahan jawaban.

4. Kuesioner kombinasi terbuka dan tertutup

Dalam penelitian ini, digunakan metode pengumpulan data dengan wawancara pada saat awal penelitian.

c. Observasi

Observasi merupakan salah satu teknik metode pengumpulan data yang cukup efektif, karena untuk mempelajari atau mengetahui suatu hal tertentu diperlukan pengamatan secara langsung terhadap kegiatan yang sedang terjadi/berlangsung. Untuk mendapatkan hasil pengamatan yang baik, pengamatan harus dilakukan dalam waktu yang lama serta pengamat harus membiasakan diri untuk tidak mengganggu kewajaran objek yang diamati sehingga hasil pengamatan dapat optimal.

2.3.4 Ukuran Penyimpangan

Ukuran penyimpangan kadang-kadang dinamakan pula *ukuran variasi*, yang menggambarkan bagaimana berpencarnya data kuantitatif. Untuk mengukur tingkat penyimpangan dari suatu nilai variabel dapat digunakan simpangan baku (deviasi standar).

Untuk menghindari agar jumlah simpangan tidak nol ialah dengan mengkuadratkan semua simpangan, sehingga simpangan yang negatif akan berubah menjadi positif. Jumlah simpangan yang telah dikuadratkan kemudian dibagi dengan jumlah pengamatan n , disebut dengan Varians (*Variance*). Dengan kata lain, untuk mendapatkan rumus simpangan baku maka rumus varians harus diakarkan, yaitu :

- a. Untuk data tidak berkelompok :

$$Sd = \sqrt{[\sum (xi - \underline{X})^2 / (n - 1)]} \dots\dots\dots (2-1)$$

- b. Untuk data berkelompok :

$$Sd = \sqrt{[(\sum Fr(xi - \underline{X})^2) / (n - 1)]} \dots\dots\dots (2-2)$$

Keterangan :

- Sd = Standar Deviasi
 xi = Nilai pengamatan ke-i
 \underline{X} = Nilai rata-rata
 n = Jumlah pengamatan
 Fr = Frekwensi

Yang perlu ditekankan adalah jika nilai simpangan tersebut semakin besar maka data tersebut semakin tidak baik atau rata-rata hitungannya tidak dapat menggambarkan dengan baik terhadap data riil yang diamati, dan sebaliknya jika semakin kecil nilai simpangan maka data tersebut semakin baik.

2.4 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*).

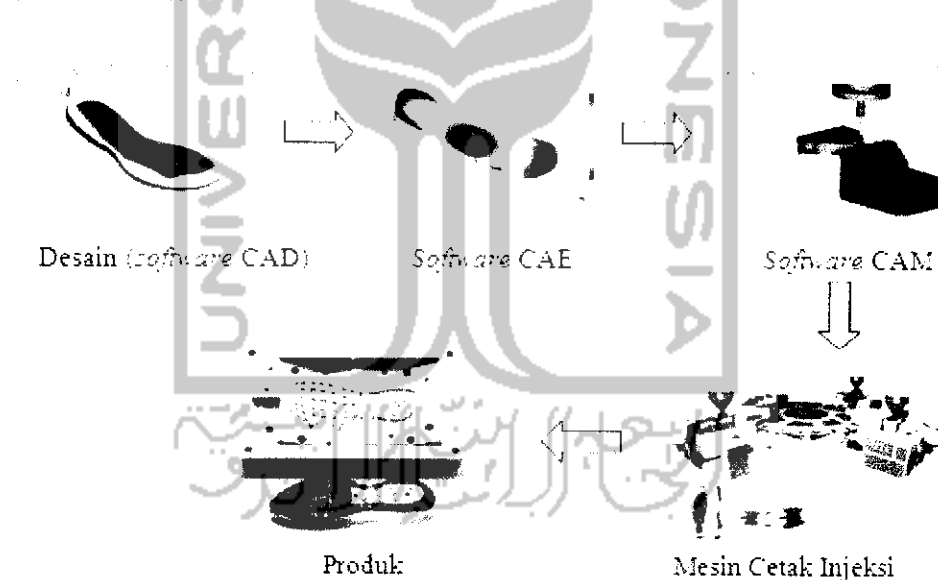
CAD bisa diartikan sebagai sistem komputer yang digunakan untuk membantu dalam membuat, modifikasi, analisis, atau mengoptimalkan desain. Sistem komputer ini terdiri dari perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). (*Kalpakjian dan Schmid, 2006*).

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.

Gambar 2-5 merupakan ilustrasi dari penggunaan *software* CAD/CAM/CAE.

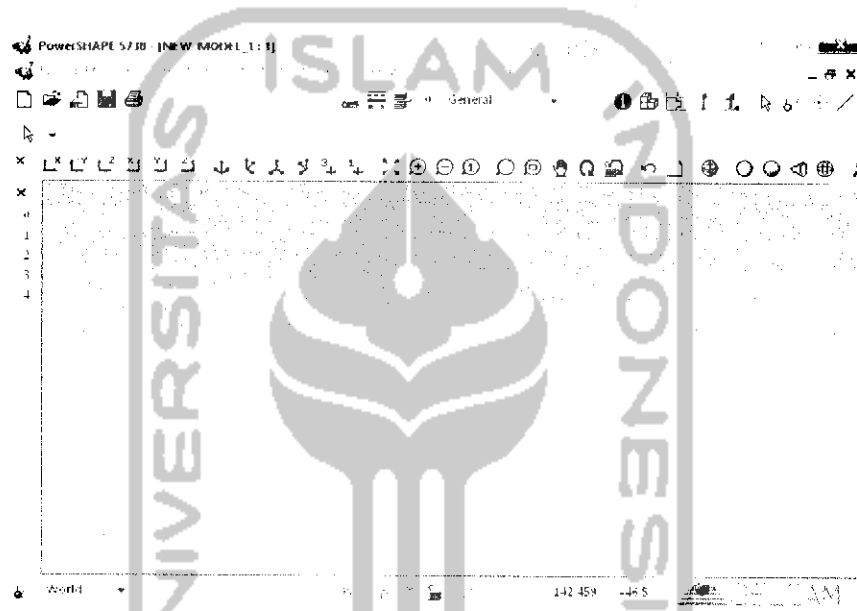


Gambar 2-5. Ilustrasi penggunaan *software* CAD/CAM/CAE

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 mengotomasikan 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.

2.4.1 Delcam PowerSHAPE



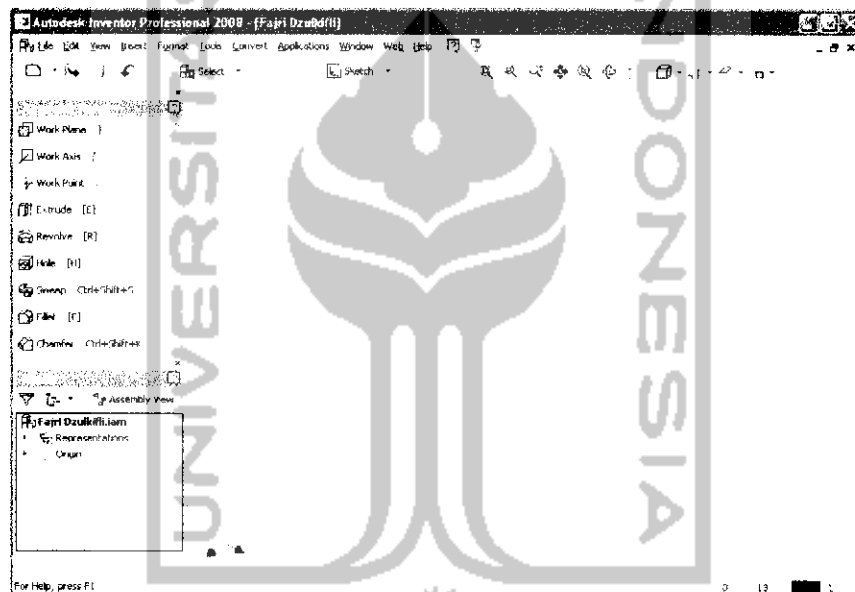
Gambar 2-6. Tampilan Delcam PowerSHAPE

Software PowerSHAPE memiliki *fitur-fitur* yang memudahkan dalam proses *modeling*. *Fitur* tersebut antara lain PS-Draft, PS-Assembly, PS-Electrode, PS-Estimator, PS-Shoemaker, dan PS-Moldmaker. PS-Moldmaker digunakan untuk membuat cetakan produk yang akan dibuat dalam perancangan tugas akhir ini. Dalam *fitur* ini disediakan *asistant window* yang berisi *tool-tool* untuk membuat cetakan (*tools for moldmaking*), mulai dari pembuatan model, menentukan *core* dan *cavity*, *base mold*, komponen penyusun, dan simulasi untuk buka-tutup cetakan. (Delcam Plc, 2002).

Menurut hasil penelitian, *fitur-fitur* yang dimiliki *software* PowerSHAPE lebih lengkap jika dibandingkan dengan *software* CAD lain (Alibre X-press, Deled Lite). PowerSHAPE memiliki keunggulan yaitu adanya fasilitas untuk melakukan kolaborasi dengan *software* lain. (Suteja dan Setiawan, 2008).

2.4.2 Autodesk Inventor

Autodesk Inventor adalah salah satu *software* CAD yang dikeluarkan oleh perusahaan Autodesk yang ditujukan untuk para pengguna di bidang rekayasa desain dan konstruksi untuk membuat *digital prototyping*. Autodesk Inventor dilengkapi dengan beberapa fasilitas yang memudahkan para penggunanya untuk berkreasi dan berimprovisasi dalam proses pendesainan maupun pemodelan sampai pada tahapan simulasi dan animasi.



Gambar 2-7. Tampilan Autodesk Inventor 2008

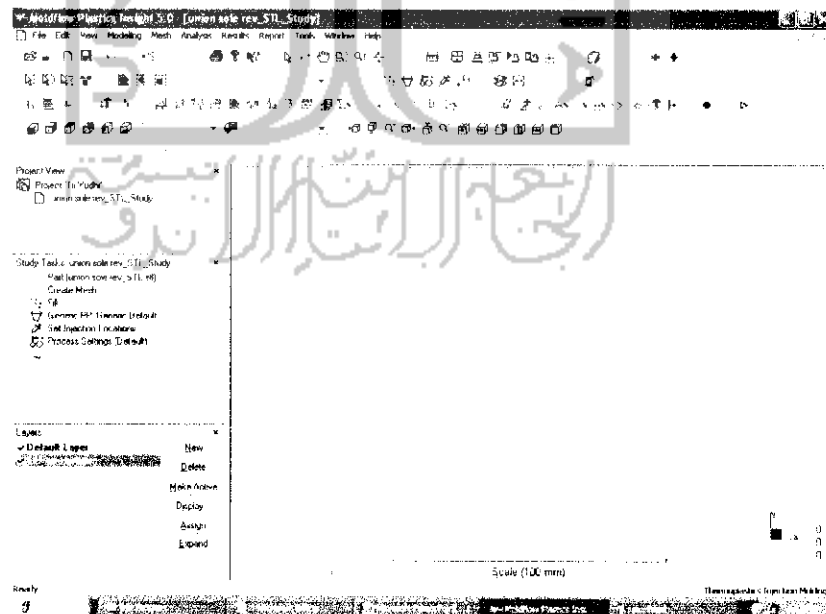
Autodesk Inventor dilengkapi dengan kemampuan untuk dapat menyimpan file dalam beberapa format internasional seperti IGES, STL, STP, DWG, dan lain-lain. Sehingga pemodelan yang sebelumnya telah dikerjakan di *software* lain, bisa dikerjakan lebih lanjut di Inventor ini, begitupun sebaliknya.

Autodesk Inventor juga merupakan *software* CAE (*Computer Aided Engineering*) karena dilengkapi dengan fasilitas *Stress Analysis* untuk menghitung *finite element*. Untuk membuat simulasi dengan *properties* yang sama dengan kondisi sebenarnya, dapat digunakan fasilitas *Dynamic Simulation*. (Autodesk., Inc, 2007)

2.4.3 Moldflow

Ada 2 jenis *software* Moldflow yaitu Moldflow Part Adviser (MPA) dan Moldflow Plastics Insight (MPI), namun fungsi dan kegunaan dari 2 jenis moldflow tersebut sama yaitu :

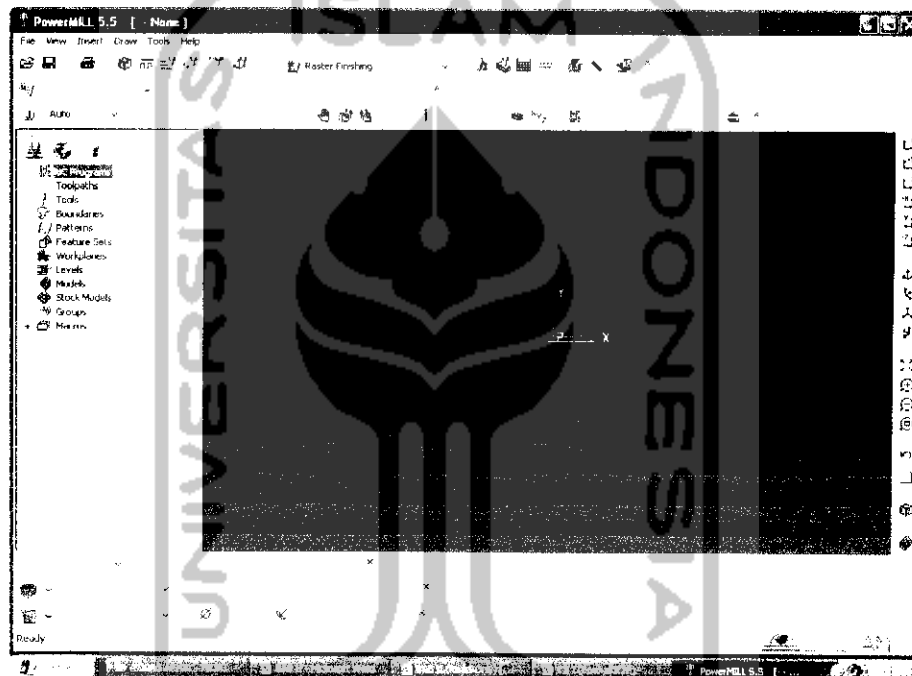
- Menganalisa bentuk model yang dibuat berdasarkan bahan baku (material penyusun).
- Memberikan saran meletakkan lokasi penyuntikan (titik *inject*) yang baik.
- Memprediksikan dan dapat memperlihatkan bagaimana aliran (plastik) masuk dan mengisi cetakan.
- Memprediksi tempat-tempat (rongga) yang berpotensi menyimpan udara yang akan terjebak selama proses pengisian. Kemudian menentukan tempat yang cocok untuk saluran pembuangan udara.
- Mengoptimalkan kondisi-kondisi proses, seperti waktu penyuntikan, kecepatan penyuntikan, suhu leleh, dan tekanan pengisian.



Gambar 2-8. Tampilan Moldflow Plastics Insight

2.4.4 Delcam PowerMILL

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



Gambar 2-9. Tampilan Delcam PowerMILL

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.

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.

Output dari PowerMILL berupa data G-code, data G-code inilah yang akan ditransfer ke mesin CNC untuk digunakan pada saat proses pemesinan hingga berakhir menjadi sebuah produk.

2.4.5 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 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*).

2.5 Cetakan

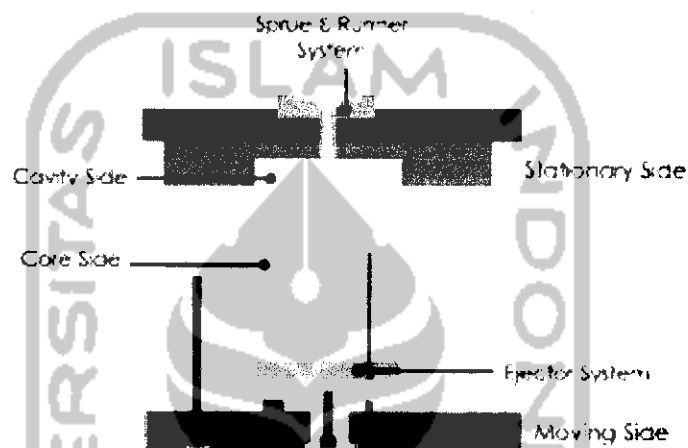
Cetakan adalah alat yang digunakan dalam industri manufaktur untuk membentuk berbagai macam jenis produk dan komponen-komponennya baik untuk produk yang berbahan baku logam (*die casting*) maupun yang berbahan baku plastik (*injection molding* dan *blow molding*). (B.H. Amsted dkk, 1990).

2.5.1 Jenis-jenis Cetakan

Jenis cetakan ada 2 macam yaitu cetakan yang terbuat dari pasir yang biasanya digunakan untuk *die casting* dan cetakan yang terbuat dari logam atau baja yang biasa digunakan untuk *injection molding* dan *blow molding*. Dalam tugas akhir ini hanya akan dibahas mengenai pembuatan cetakan yang terbuat dari

logam atau baja untuk proses *injection molding* yang dibantu dengan proses pemodelan dan perancangan bentuk cetakan dengan menggunakan *software CAD/CAM/CAE*.

2.5.2 Bagian-bagian Cetakan



Gambar 2-10. *Standard mold*

Cetakan dibagi menjadi *stationary platen* (bagian plat yang diam), *moveable platen* (bagian plat yang bergerak), *rear platen* (plat bagian belakang) dan *ejector* (pelepas). Gambar 2-10 menunjukkan susunan dari cetakan yang digunakan dalam proses *injection molding*.

Keterangan dari gambar 2-10 di atas adalah sebagai berikut :

a. *Sprue dan Runner system*

Bagian ini yang menerima plastik dari *nozzle* lalu oleh *runner* akan mengalir masuk ke dalam *cavity mold*.

b. *Cavity side*

Bagian ini merupakan salah satu sisi yang membentuk bentuk plastik, *cavity side* terletak pada *stationary plate*, yaitu *plate* yang tidak bergerak saat proses *ejecting* produk plastik.

c. *Core side*

Bagian ini juga merupakan bagian yang ikut andil memberikan bentuk pada produk plastik yang dicetak, bedanya *core side* berada pada *moving*

plate, dan bagian ini selalu dihubungkan dengan *ejector*. Secara umum dua bagian inilah yang membentuk produk plastik.

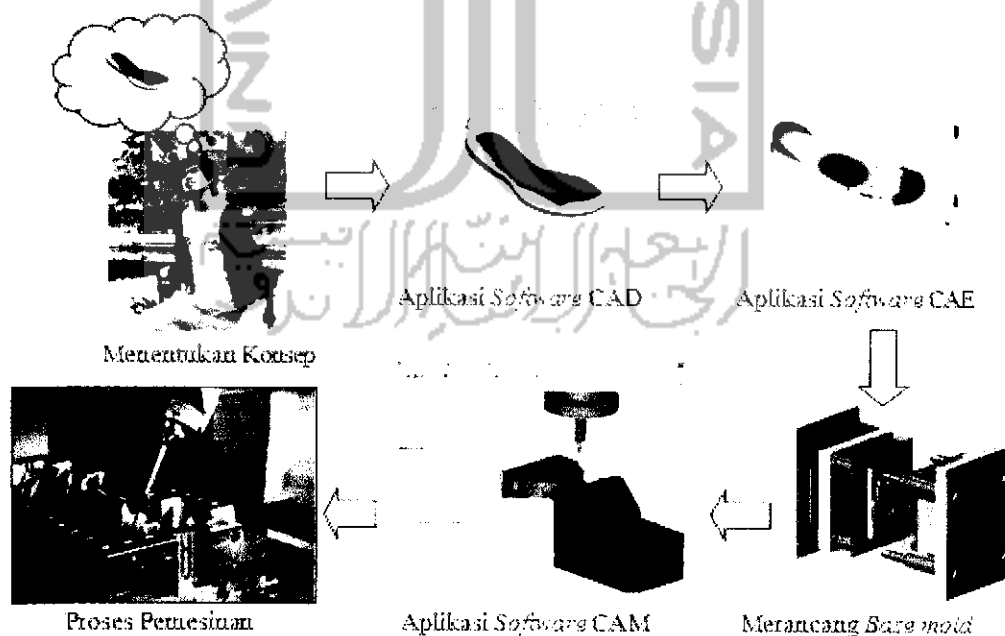
d. *Ejector system*

Setiap jenis mold selalu mempunyai sistem untuk melepas produk yang selesai dicetak dari *cavity mold*, bagian inilah yang disebut dengan *ejector*. Pengerak utama *ejector* adalah mesin injeksi pada bagian *clamping unit*.

2.5.3 Pembuatan Cetakan (*Mold Design*)

Untuk membuat suatu cetakan diperlukan perencanaan yang matang baik dari sisi pemodelan produk, analisa, maupun parameter-parameter yang akan digunakan dalam proses produksi, sehingga nantinya akan dapat menghemat waktu, dan mengurangi biaya produksi.

Ilustrasi untuk membuat cetakan dari suatu produk dapat di lihat pada gambar 2-11 di bawah ini.



Gambar 2-11. Ilustrasi pembuatan cetakan

Langkah-langkah yang dilakukan untuk membuat suatu cetakan yaitu :

- a. Menentukan konsep produk yang akan dibuat.
Bentuk produk yang akan dibuat cetakannya terlebih dahulu dibuat konsep, hal ini dimaksudkan agar perancangan dan pendesainan model menjadi lebih terarah.
- b. Membuat pemodelan dari produk dengan menggunakan *software* CAD.
Dengan menggunakan bantuan *software* CAD akan lebih mudah dalam membuat pemodelan 3D, sehingga bentuk tampilan model akan sesuai dengan produk yang akan dibuat. *Software* yang biasa digunakan oleh kalangan pembuat cetakan (*moldmaker*) adalah, Moldwork, Facework, Delcam PowerSHAPE, Autodesk Inventor dan lain sebagainya.
- c. Analisa penentuan titik injeksi (Aplikasi *Software* CAE).
Dalam langkah ini digunakan *software* khusus untuk menganalisa model yang telah dibuat. *Software* yang biasa digunakan adalah Moldflow.
- d. Membuat Cetakan (*mold*).
Setelah model dianalisa dan perlu dilakukan perubahan jika memang terdapat bagian yang harus dirubah, maka langkah selanjutnya adalah membuat cetakan atau *negative* dari model. Dalam langkah ini masih dapat digunakan *software* yang sama untuk membuat cetakan dari model yang dibuat, akan tetapi tidak menutup kemungkinan untuk menggunakan *software* yang berbeda, dikarenakan mungkin *software* yang digunakan untuk pemodelan 3D tadi tidak terdapat *fitur* untuk membuat rangkaian cetakan (*mold base*) atau standar *part* yang digunakan untuk membuat *mold base*. Dalam langkah ini dapat ditentukan jenis material yang akan digunakan dalam proses *injection molding*, ukuran dan kategori *mold base*, lokasi *parting line*, lokasi *injector*, *ejector* dan lain sebagainya.
- e. Aplikasi *software* CAM
Setelah model dianalisa dan dibuat cetakannya, agar bagian *core* dan *cavity* dari cetakan tersebut dapat dilakukan proses pemesinan, maka dibutuhkan aplikasi *software* CAM sebagai media untuk pengiriman data dari komputer ke mesin CNC. Dalam proses ini dapat diberikan parameter-

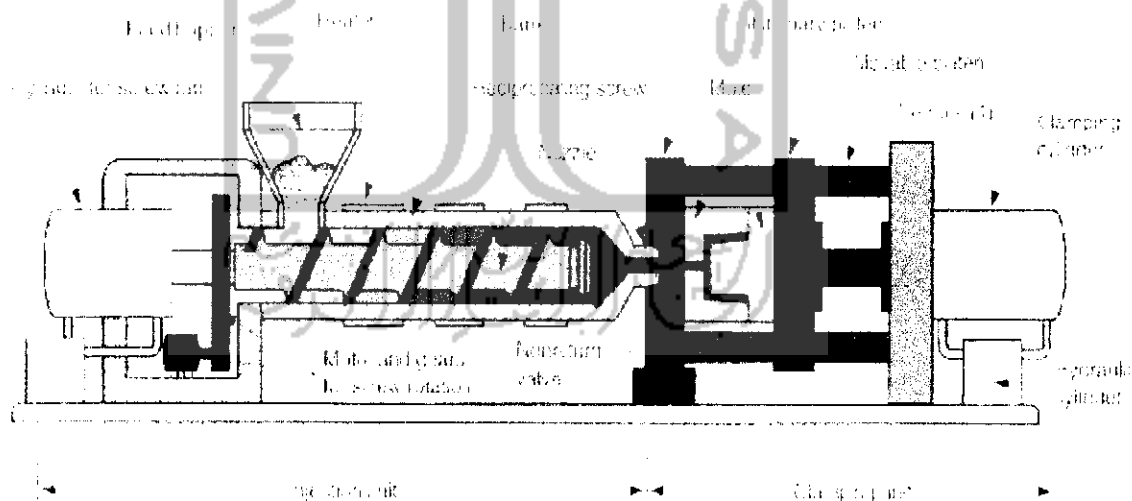
parameter proses pemesinan, seperti pemilihan jenis dan ukuran pahat (*tools*), kecepatan waktu pemakanan (*feed rate*) dan lain sebagainya.

f. Proses Pemesinan

Selanjutnya bagian *cavity* dan *core* dilakukan proses pemesinan. Mesin yang digunakan biasanya adalah mesin CNC *milling*. Parameter yang digunakan menyesuaikan dari aplikasi *software* CAM yang digunakan sebelumnya.

2.6 Proses Injection Molding

Injection molding adalah suatu teknik manufaktur untuk membuat *part* atau produk dari bahan plastik berjenis *thermoplastic* atau *thermoset*. Plastik cair dialirkan atau disuntikan dengan tekanan tinggi ke dalam cetakan, yang akhirnya bentuk produk akan menjadi bentuk kebalikan dari cetakan. Gambar 2-12. menggambarkan operasi mesin cetak injeksi.



Gambar 2-12. Bagan proses *injection molding*

Bahan cetak (*raw material*) yang berupa butiran-butiran kecil plastik diumpukan di bawah pengaruh gaya gravitasi dari pengumpan (*hopper*) melalui alat pengukur, kemudian masuk ke dalam ruang pemanas (*barrel*), disini bahan mengalami plastisisasi. Selanjutnya *screw* berputar dan mengalirkan plastik yang mulai meleleh, kemudian palstik ini disuntikan oleh *nozzle* ke dalam cetakan

tertutup di bawah tekanan tertentu. Saat plastik akan disuntikan oleh *nozzle*, *molding unit* ditutup oleh *clamping unit*, setelah ditutup dan ditekan oleh *clamping unit*, plastik dimasukkan ke dalam *molding unit* melalui *nozzle*. Kemudian produk cetak akan mengeras dalam rongga cetakan di bawah pengaruh pendinginan air yang bersirkulasi melalui saluran-saluran dalam cetakan. Setelah penekanan injeksi, penekan ditarik kembali, cetakan terbuka dan produk dikeluarkan dari cetakan dengan menggunakan *ejector*.

Cetakan (*mold*) terbuat dari besi, baja, atau aluminium yang kemudian dibentuk melalui proses pemesinan menjadi bentuk yang diinginkan.

Gambar 2-13 di bawah ini adalah contoh cetakan dan produk hasil dari proses *injection molding*.



Gambar 2-13. Contoh cetakan dan produk hasil proses *injection molding*

2.6.1 Bagian-bagian Mesin *Injection Molding*

a. *Motor dan Transmission Gear Unit*

Bagian ini berfungsi untuk menghasilkan daya yang digunakan untuk memutar *screw* pada barel, sedangkan *transmission unit* berfungsi untuk memindahkan daya dari putaran motor ke dalam *screw*, selain itu *transmission unit* juga berfungsi untuk mengatur tenaga yang disalurkan sehingga tidak terjadi pembebanan yang terlalu besar.

b. *Cylinder Screw Ram*

Bagian ini berfungsi untuk mempermudah gerakan *screw* sekaligus menjaga perputaran *screw* tetap konstan, sehingga didapat kecepatan dan tekanan yang konstan saat proses penyuntikan plastik dilakukan.

c. *Hopper*

Hopper (pengumpan) adalah tempat untuk menempatkan material plastik, sebelum masuk ke *barrel*, biasanya untuk menjaga kelembapan material plastik, digunakan tempat penyimpanan khusus yang dapat mengatur kelembapan, sebab apabila kandungan air terlalu besar pada udara, dapat menyebabkan hasil suntikan yang tidak bagus.

d. *Barrel*

Barrel adalah tempat *screw*, dan selubung yang menjaga aliran plastik ketika dipanasi oleh *heater*, pada bagian ini juga terdapat *heater* untuk memanaskan plastik sebelum masuk ke *nozzle*.

e. *Reciprocating screw*

Reciprocating screw berfungsi untuk mengalirkan plastik dari *hopper* ke *nozzle*, ketika *screw* berputar material dari *hopper* akan tertarik mengisi *screw* yang selanjutnya dipanasi lalu didorong ke arah *nozzle*.

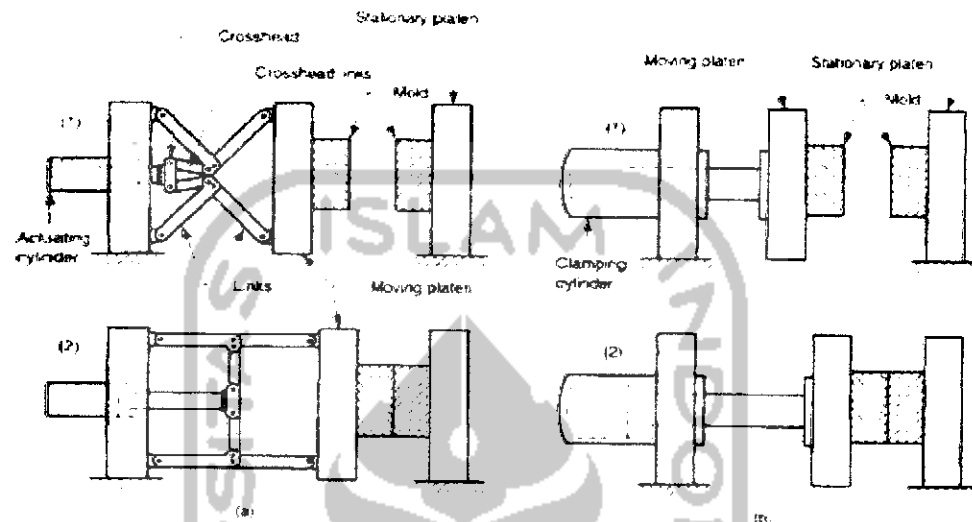
f. *Nonreturn valve*

Valve (katup) ini berfungsi untuk menjaga aliran plastik yang telah meleleh agar tidak kembali saat *screw* berhenti berputar.

g. *Clamping unit*

Clamping unit berfungsi untuk memegang dan mengatur gerakan dari mold unit, serta gerakan *ejector* saat melepas benda dari *molding unit*, pada *clamping unit* bisa diatur seberapa panjang gerakan *molding* saat dibuka dan seberapa panjang *ejector* harus bergerak.

Ada 2 macam *clamping unit* yang dipakai pada umumnya, yaitu *toggle clamp* dan *hidrolik clamp*. Gambar 2-14 menunjukkan tipe-tipe dari *clamping unit*.



Gambar 2-14. Tipe-tipe *clamping unit*

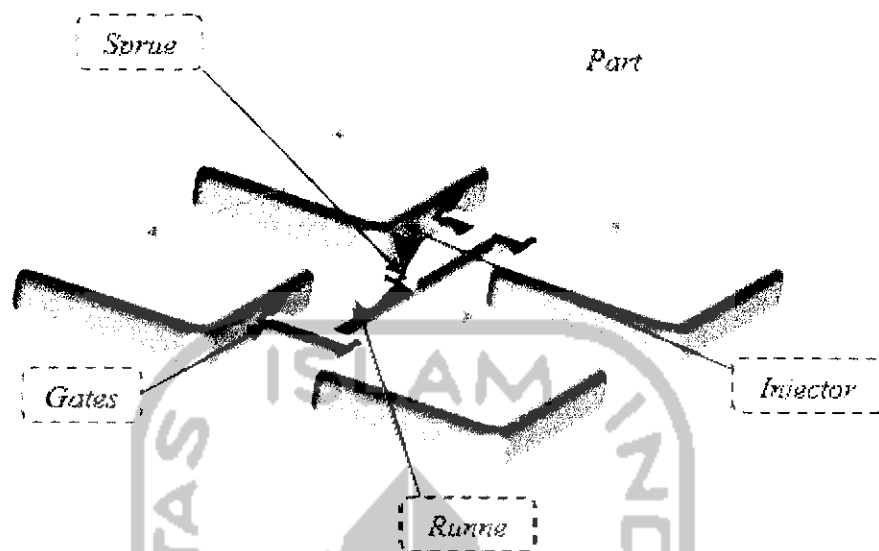
2.6.2 Keuntungan dan Kerugian Proses *Injection Molding*

- a. Keuntungan dari Proses *Injection Molding*
 1. Kecepatan produksi yang tinggi
 2. Toleransi tinggi dan berulang-ulang
 3. Biaya tenaga kerja yang rendah
 4. Bahan material atau plastik sisa yang terbuang minimal
 5. Sedikit kebutuhan dalam *finishing*
 6. Lebih kompleks dan permukaan lebih halus.
- b. Kerugian dari Proses *Injection Molding*
 1. Investasi peralatan yang sangat tinggi
 2. Biaya menjalankan dan perawatan peralatan tinggi

2.6.3 Istilah-istilah dalam Proses *Injection Molding*

- a. Bagian-bagian *Mold*

Gambar 2-15 menunjukkan bagian-bagian dari *mold* yang harus dibuat dan didesain sebelum dibuat cetakannya.



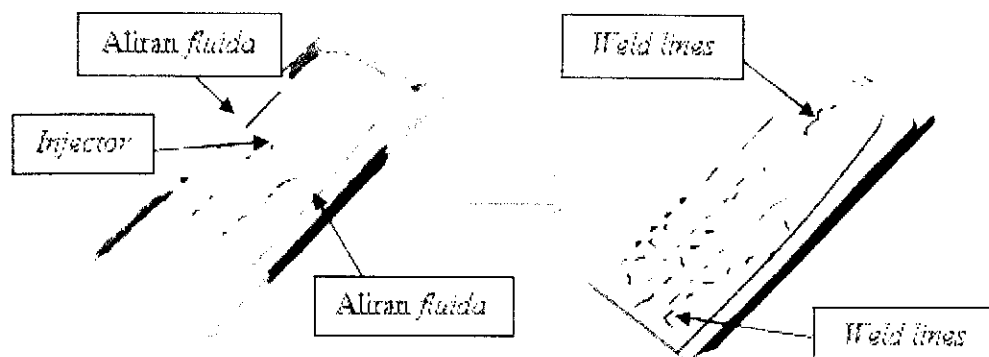
Gambar 2-15. Bagian-bagian *mold*

Keterangan :

1. *Sprue* : Tempat plastik cair masuk ke dalam cetakan dari *nozzle*
2. *Gates* : Jalan masuk antara *runner* dan *part*
3. *Runner* : Penghubung antara *gate* dan *sprue*
4. *Injector* : Tempat menyuntikan material plastik

b. *Weld Lines*

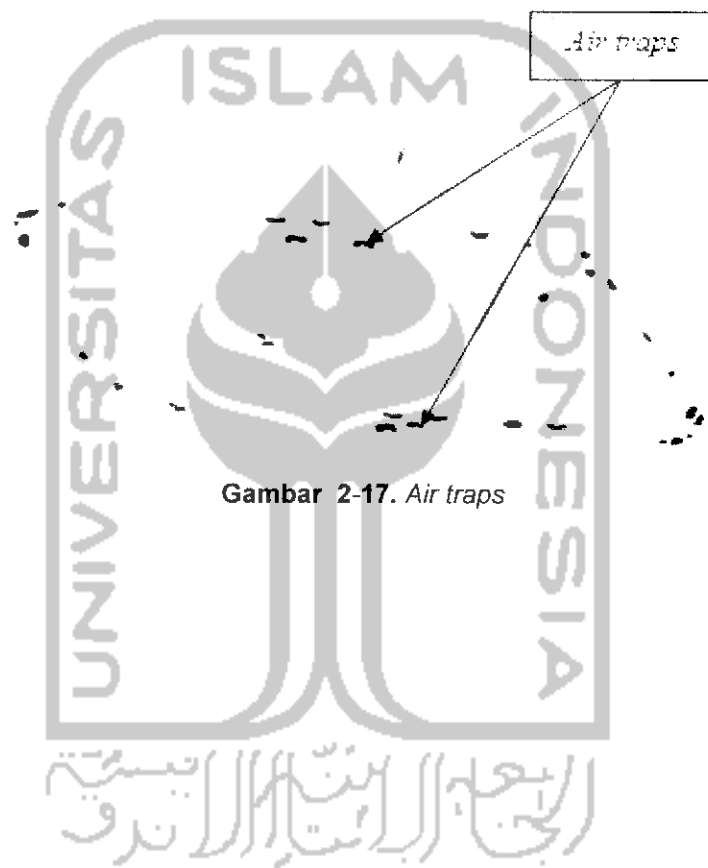
Weld lines adalah daerah atau tempat-tempat terjadinya pertemuan aliran yang akan menyebabkan cacat pada produk.



Gambar 2-16. Ilustrasi *weld lines*

c. *Air Traps*

Air Traps adalah daerah atau tempat udara yang terdesak dan terjebak di bagian cetakan, sehingga menyebabkan plastik cair tidak mengisi daerah tersebut.

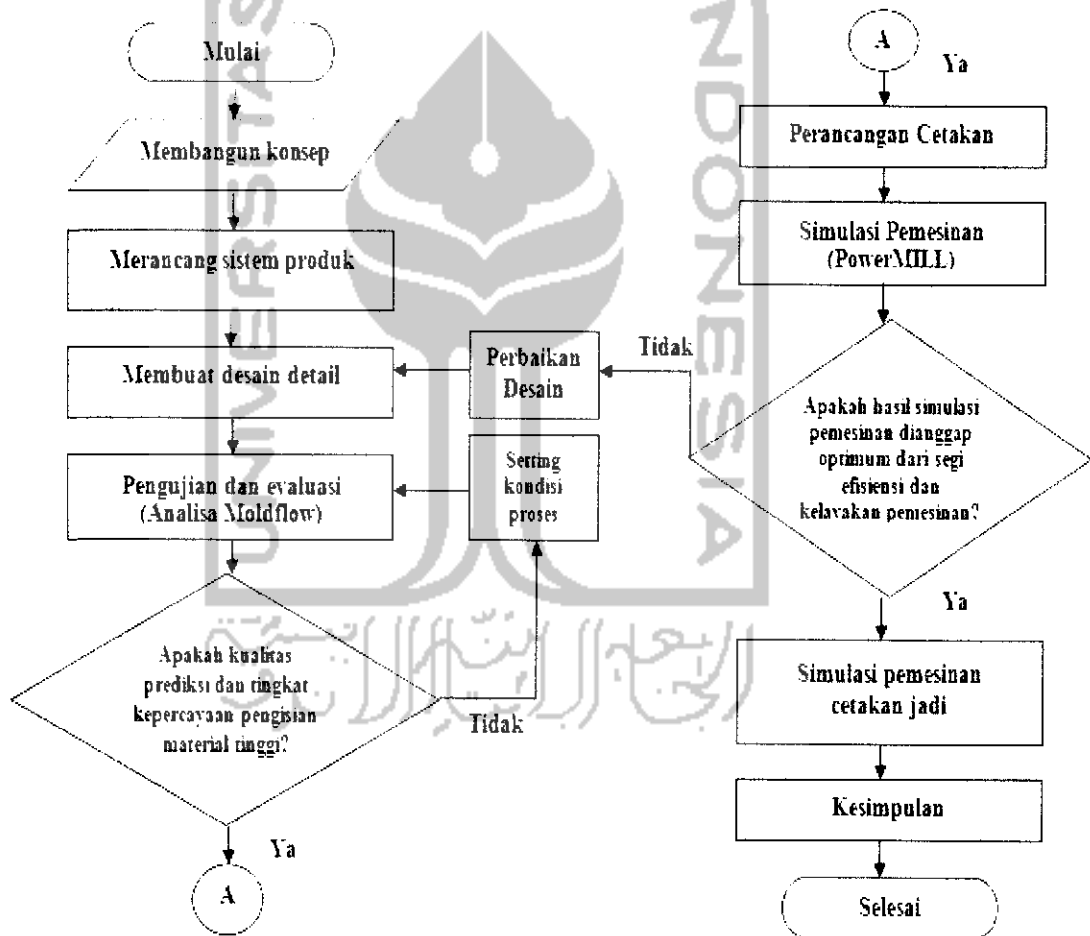


Gambar 2-17. Air traps

Bab 3

METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan yang dilakukan dalam metodologi penelitian dapat dilihat pada diagram alir di bawah ini :



Gambar 3-1. Diagram alir penelitian

Penyusunan tugas akhir ini menggunakan langkah-langkah proses perancangan dan pengembangan produk baru untuk mendapatkan bentuk model sampai kepada hasil simulasi pemesinan yang dijadikan sebagai *object* dalam tugas akhir ini.

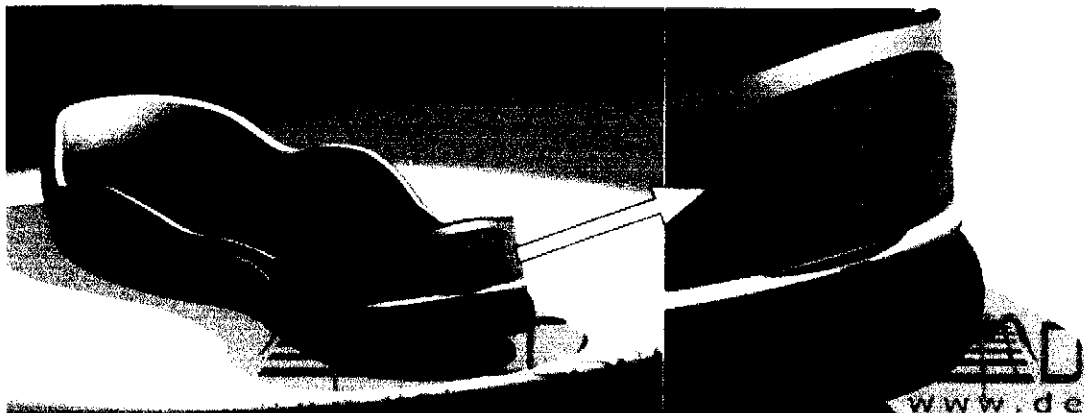
Tahap I	Tahap II	Tahap III	Tahap IV	Tahap V	Tahap VI
Perencanaan	Pengembangan Konsep Produk	Merancang Produk	Membuat Desain Detail Produk	Pengujian dan Evaluasi	Produksi Awal

Gambar 3-2. Proses pengembangan produk baru

Tahapan proses pengembangan produk baru dari tahap I sampai tahap IV akan dijelaskan pada bab ini, sedangkan untuk tahap V dijelaskan pada bab berikutnya.

3.1 Perencanaan (*zero fase*)

Sebuah konsep perancangan produk mulai dibangun. Perancangan model/desain sol sepatu dengan asesoris tertentu dipilih untuk dikembangkan, yaitu dengan memasukkan unsur kepemilikan atau memberikan nama (identitas) dalam mendesain sol sepatu tersebut, baik identitas pribadi ataupun instansi tertentu. Untuk pribadi akan memberikan kesan *special edition* pada sepatu, sedangkan untuk instansi tertentu akan memberikan kesan keseragaman pada sepatu. Gambar 3-4 akan memperlihatkan model/desain sol sepatu yang akan dikembangkan dalam penelitian ini



Gambar 4-3. Model/desain yang akan dikembangkan

Tetapi dalam penelitian ini, model/desain lebih difokuskan untuk identitas pribadi (nama), karena dengan adanya nama si pemilik yang terdapat pada sepatu, itu akan menjadi daya tarik tersendiri bagi sepatu tersebut. Harapan yang ingin dicapai yaitu agar nantinya sepatu tersebut dapat digunakan untuk berbagai keperluan atau kegiatan oleh penggunanya, contoh dapat digunakan untuk berolahraga, jalan-jalan, kumpul-kumpul (nongkrong), ke sekolah atau ke kampus dan keperluan lainnya, kecuali digunakan untuk ke kantor karena sepatu kantor mempunyai desain tersendiri.

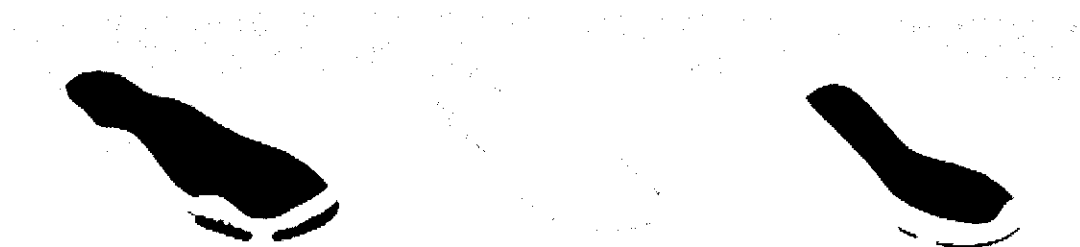
3.2 Pengembangan Konsep Produk

3.2.1 Konsumen Sasaran (Observasi Konsumen)

Sasaran konsumen yang akan diidentifikasi terdiri dari berbagai macam latar belakang aktivitas pengguna, mulai dari yang gemar berolahraga, berjalan-jalan, nongkrong, ke sekolah ataupun kuliah, sampai pada orang yang hanya menghabiskan waktu luangnya di rumah saja. Harapan yang ingin dicapai yaitu untuk mendapatkan berbagai macam data tentang kebutuhan dan keinginan konsumen atau untuk mengetahui bentuk model/desain seperti apa yang paling diminati oleh para konsumen.

3.2.2 Penyebaran Kuesioner

Dalam tugas akhir ini dilakukan pengumpulan data konsumen menggunakan metode penyebaran kusioner. Sebelumnya telah dibuat beberapa desain sol sepatu yang ditunjukkan pada gambar 3-4.



Gambar 3-4. Model/desain sol sepatu yang dipaparkan

Kemudian desain-desain itu dipaparkan kepada konsumen dan konsumen diminta untuk memilih desain yang disukai dimana untuk setiap desain tersebut telah memiliki beberapa atribut penilaian, serta mengisi pertanyaan-pertanyaan lainnya, seperti warna sol sepatu yang disukai, kombinasi warna, asesoris tambahan, sampai kepada fungsional dari sepatu tersebut. (Kuesioner dapat dilihat pada lampiran).

Dalam hal ini disebar 100 kuesioner yang difokuskan kepada responden remaja putri di tempat-tempat yang berbeda, mulai dari Stadion Mandala Krida, Lapangan Graha Shaba UGM, sanggar *aerobic* dan di beberapa fakultas yang ada di Universitas Islam Indonesia.

3.2.3 Bobot Penilaian

Setiap desain yang dipaparkan kepada konsumen telah memiliki beberapa atribut penilaian seperti bentuk, desain, warna, asesoris tambahan dan multifungsi, dimana untuk setiap atribut tersebut mempunyai bobot penilaian serta keterangan penilaian, tetapi khusus untuk atribut desain dan multifungsi lebih dititik beratkan sehingga untuk atribut tersebut memiliki nilai yang lebih besar dari atribut lainnya. Keterangan penilaian disini bertujuan untuk memberikan penilaian terhadap desain yang dipaparkan, apakah desain tersebut bagus atau jelek. Bobot penilaian dan keterangan penilaian untuk setiap atribut dapat dilihat pada tabel 3-1 dan 3-2 berikut.

Tabel 3-1. Bobot penilaian atribut

No	Atribut Penilaian	Nilai/point
1	Bentuk	1
2	Desain/Model	2
3	Warna	1
4	Asesoris Tambahan	1
5	Multifungsi	2

Tabel 3-2. Keterangan penilaian

Angka Penilaian	Keterangan
1	Sangat Jelek
2	Jelek
3	Bagus
4	Sangat Bagus

Mengacu kepada bobot penilaian dan keterangan penilaian maka diperoleh angka-angka penilaian sebagai berikut :

- a. Nilai terkecil = 7 poin
- b. Nilai terbesar = 28 poin
- c. Nilai tengah = 17.5 poin

Dari nilai-nilai di atas maka disimpulkan :

- a. Model/desain yang memperoleh poin kurang dari 17.5 dianggap tidak suka terhadap desain tersebut.
- b. Model/desain yang memperoleh poin lebih dari 17.5 dianggap suka terhadap desain tersebut.

3.3 Merancang Produk

Pada tahap ini ditentukan bentuk model/desain, pembagian model menjadi subsistem dan komponen-komponen.



Gambar 3-5. Model/desain sol sepatu dalam satu komponen

Dalam penelitian ini, model/desain sol sepatu dibuat menjadi satu komponen saja, tidak ada bagian yang terpisah antara komponen-komponen dari sol tersebut.

3.4 Membuat Desain Detail Produk

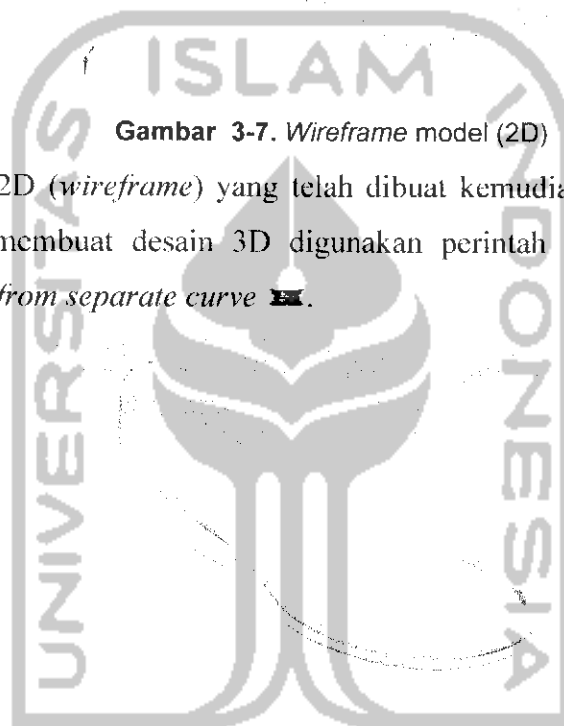
Perancangan desain detail produk dibuat, diambil contoh salah satu dari tiga desain yang dipaparkan dalam kuesioner. *Software* yang dipakai dalam perancangan model/desain adalah PowerSHAPE. Langkah-langkah perancangan desain adalah sebagai berikut :

- a. *Import last engineering* yang telah dimiliki didalam fitur PowerSHAPE. *Last engineering* merupakan desain bentuk dari kaki. *Last engineering* ini bermacam-macam bentuknya ada yang bentuknya *casual, high heel, flat, sport*, dan banyak lagi.




Gambar 3-6. Last Engineering


- b. Membuat pemodelan 2D (*wireframe*), dengan menggunakan perintah *lines* (*single lines, continuous lines*, maupun *rectangle*), *arc* (*full arc, fitted arc*, maupun *fillet arc*), dan *curve* (*bezier curve*) akan dibuat model 2D dengan bantuan *last engineering*. Dengan menggunakan perintah *create a composite curve* akan digabungkan *lines, curve* maupun *arc* yang berhubungan menjadi satu bagian/satu kesatuan. Warna kuning pada gambar adalah tampilan dari *composite curve* yang telah dibuat.





Gambar 3-7. Wireframe model (2D)

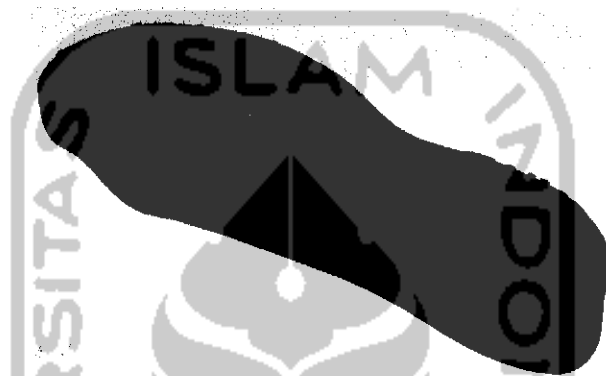
- c. Desain 2D (*wireframe*) yang telah dibuat kemudian diubah menjadi 3D. Untuk membuat desain 3D digunakan perintah *surface* berupa *create surface from separate curve* .

Gambar 3-8. Surface model (3D) bagian atas

- d. Untuk membuat motif pada bagian bawah sol, *wireframe* 2D yang telah dibuat, dirubah menjadi 3D dengan menggunakan perintah *surface* berupa *extrusion* . Pada *dialog box extrusion* dapat ditentukan ketinggian dari motif yang dibuat.

Gambar 3-9. Wireframe motif

- e. Motif dan bagian atas yang sudah dalam bentuk *surface* 3D, dirubah menjadi *solid* 3D menggunakan perintah *solid* berupa *create solid from selected surfaces* . Selanjutnya disatukan menggunakan perintah *add the selected solid, surface, or symbol to the active solid* .



Gambar 3-10. Solid model (3D)

- f. Desain selesai



Gambar 3-11. Desain akhir

Setelah desain detail dari produk selesai, maka tahap selanjutnya adalah menganalisa dan mengevaluasi desain produk tersebut.

Bab 4

DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengolahan Data Kuesioner

Setelah dilakukan penyebaran kuesioner terhadap 100 orang responden remaja perempuan, maka didapat hasil perolehan suara konsumen dan data-data sebagai berikut :

Tabel 4-1. Warna sepatu yang paling disukai

No	WARNA	JUMLAH KORESPONDEN
1	Hitam	14 orang
2	Putih	60 orang
3	Biru	13 orang
4	Merah	4 orang
5	Abu-abu	1 orang
6	Pink	5 orang
7	Hijau	1 orang
8	Kuning	1 orang
9	Ungu	1 orang
Jumlah		100 orang

Tabel 4-2. Kombinasi warna sepatu yang paling disukai

No	WARNA	JUMLAH KORESPONDEN
1	Hijau	20 orang
2	Kuning	6 orang
3	Pink	26 orang
4	Orange	2 orang
5	Biru	14 orang
6	Ungu	3 orang
7	Putih	18 orang
8	Merah Marun	2 orang
9	Hitam	9 orang
Jumlah		100 orang

Tabel 4-3. Jumlah kombinasi warna sepatu yang diinginkan

No	JUMLAH KOMBINASI	JUMLAH KORESPONDEN
1	1	10 orang
2	2	76 orang
3	3	13 orang
4	4	1 orang
Jumlah		100 orang



Tabel 4-4. Adanya assesoris tambahan pada sol sepatu

Perlu	Tidak Perlu
73 orang	27 orang

Tabel 4-5. Sepatu dapat/bisa digunakan untuk berbagai kegiatan/keperluan (multifungsi)

Bisa	Tidak Bisa
85 orang	15 orang

Tabel 4-6. Hasil perolehan suara *sample* konsumen terhadap desain yang dipaparkan

	
57 orang	83 orang
3.63567	3.96851

Berdasarkan data-data yang diperoleh, maka dapat diambil kesimpulan :

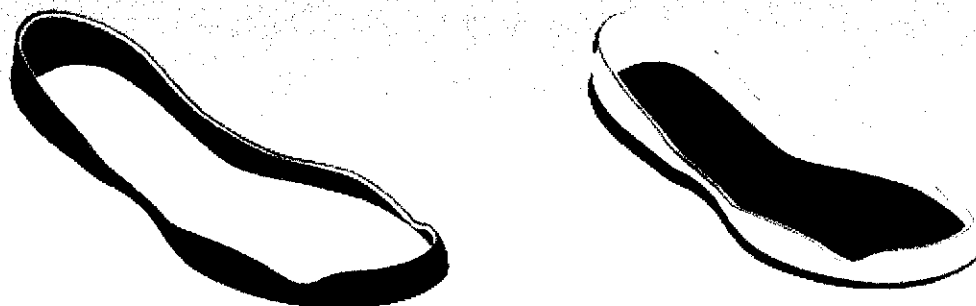
- Warna sepatu yang paling banyak disukai adalah warna putih, yaitu sebesar 60% dari jumlah responden.

- b. Kombinasi warna sepatu yang disukai adalah warna pink, yaitu sebesar 26% .
- c. Jumlah kombinasi warna yang diinginkan adalah 2 warna, yaitu sebesar 76%.
- d. Untuk assesoris tambahan pada sol sepatu, 73% dari jumlah responden menganggap perlu adanya assesoris tambahan.
- e. 85% responden menginginkan sepatu yang dapat/bisa digunakan untuk berbagai kegiatan/keperluan (multifungsi).

Dari 3 desain/model sol sepatu yang dipaparkan, desain/model sol sepatu no 2 mendapatkan pilihan terbanyak yaitu 83 responden dengan standar deviasi sebesar 3.7.

Gambar 4-1. Desain/model sol sepatu yang memperoleh suara tertinggi

Akan tetapi berdasarkan data-data yang didapat sebelumnya, desain/model sol sepatu tersebut masih akan mengalami revisi yaitu warna dari sol sepatu.



Gambar 4-2. Desain/model sepatu setelah revisi warna

Desain/model sol sepatu yang terlihat pada gambar 4-2 merupakan desain/model yang akan dikembangkan dan dianalisis lebih lanjut.

4.2 Pertukaran Data antar *Software*

Proses ini dilakukan untuk mengirim (*export*) desain/model yang telah digambar pada *software* powerSHAPE ke *software* moldflow untuk dilakukan proses selanjutnya yaitu simulasi penentuan titik injeksi.

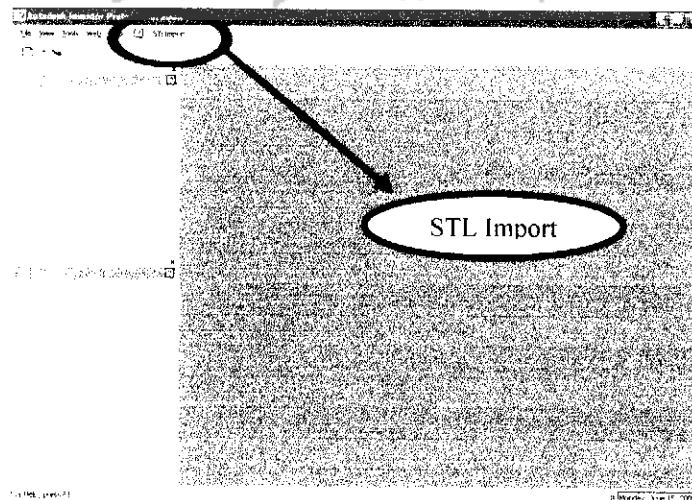
Ada beberapa langkah yang harus dilakukan untuk mengirim (*export*) desain/model dari *software* powerSHAPE ke *software* moldflow, yaitu :

- a. Menyimpan *file* (*file save*) desain/model dengan *file extension* STL (*Stereolithographic*).

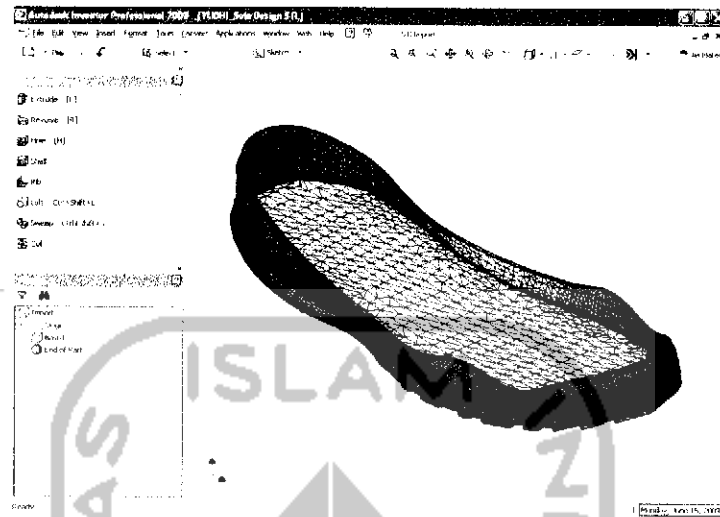
Dengan menggunakan fasilitas yang ada pada *software* powerSHAPE, desain/model dengan *file save* awal berupa *PSmodel* dirubah *file save* desain/model tersebut dengan *file extension* berupa *STL file*.

- b. Mengirim desain/model dengan *file extension* STL ke *software* inventor dengan fasilitas *STL import*.

STL import merupakan *fitur* tambahan pada *software* inventor. Karena sebelumnya inventor tidak memiliki *fitur* ini, maka untuk menambahkan *fitur* tersebut diperlukan *software* tambahan yaitu *STL Import to Inventor*. Dengan menginstall *software* *STL Import to Inventor*, maka dengan sendirinya fasilitas *STL import* akan ditambahkan pada *software* inventor.



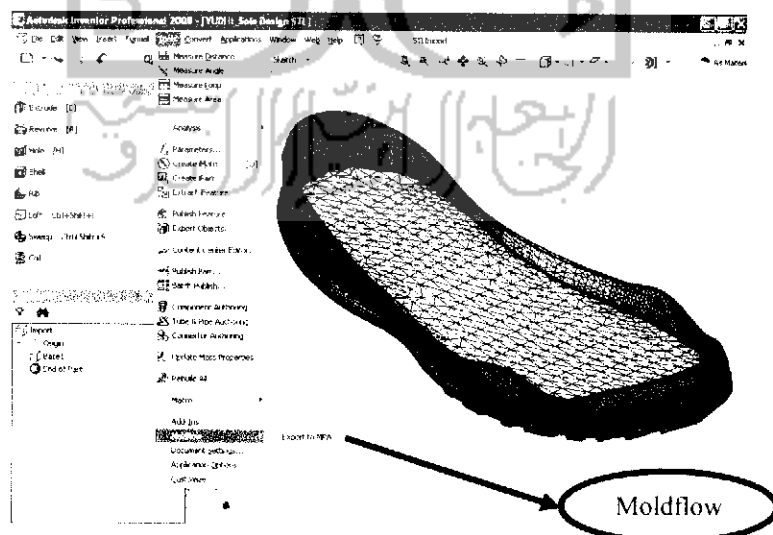
Gambar 4-3. *Fitur* *STL import* pada *software* inventor



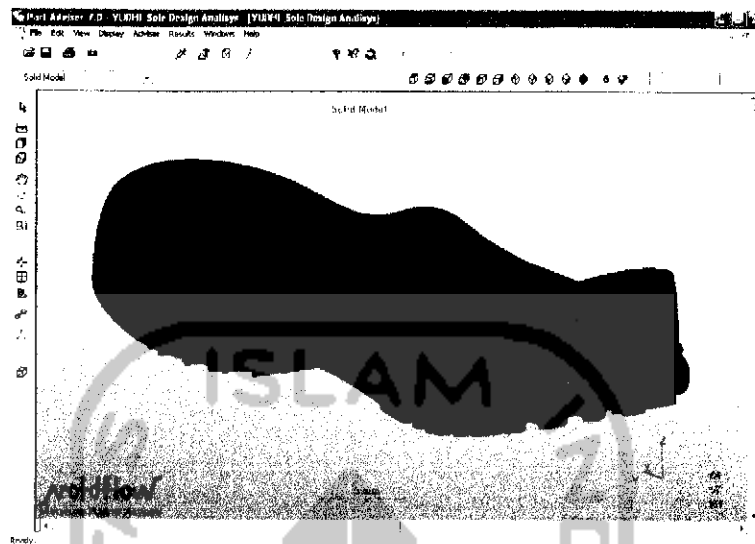
Gambar 4-4. Desain STL file pada software inventor

c. *Inventor export to moldflow*

Setelah desain masuk/berada pada *software* inventor, kemudian dengan menggunakan *fitur* yang telah ada pada *software* tersebut yaitu *export to moldflow*, maka desain akan dapat langsung dikirim ke *software* moldflow tanpa harus merubah *file save/file extension* dari desain, karena *software* inventor memiliki *link (design link)* dengan *software* moldflow.

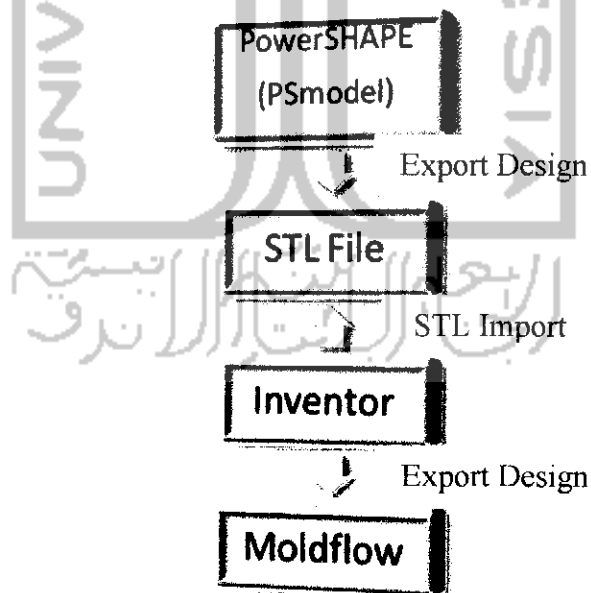


Gambar 4-5. Fitur moldflow pada software inventor



Gambar 4-6. Desain pada software moldflow

Ilustrasi dari proses *powerSHAPE export to moldflow* dapat dilihat pada gambar 4-7 berikut.



Gambar 4-7. Ilustrasi proses *powerSHAPE export to moldflow*

Setelah desain berhasil *export* ke *software* moldflow, selanjutnya dalam *software* ini akan dilakukan simulasi penentuan titik injek (*analysis of injection location*).

4.3 Simulasi Penentuan Titik Injeksi

Untuk mengetahui prediksi kualitas sebuah produk setelah proses *injection molding*, maka perlu dilakukan analisa terlebih dahulu dengan menggunakan *software moldflow*.

Langkah-langkah dalam menganalisa dan memprediksi hasil dari kualitas produk terlihat pada gambar 4-8 berikut.



Gambar 4-8. Urutan analisa dan prediksi kualitas produk

4.3.1 Memilih Material Produk

Material untuk analisa desain/model diasumsikan menggunakan *polyvinyl chloride* (PVC) dengan jenis Vinyl-Based Resin dengan *trade name* Ethyl 7053. Propertis dari material ditunjukkan pada tabel 4-7.

Tabel 4-7. Properties of Material PVC Ethyl 7053

Mold Temperature Range (recommended)	20-70 °C	Modulus of Elasticity	3280 MPa
Melt Temperature Range (recommended)	160-220 °C	Poisson Ratio	0.42
Ejection Temperature	75 °C	Shear Modulus	1150 MPa
Maximum Shear Stress	0.2 MPa	Solid Density	1.1981 gr/cm ³
Maximum Shear Rate	32000/s	Melt Density	1.0542 gr/cm ³
Maximum Machine Injection Pressure Range	10-500 MPa		

4.3.2 *Setting* Kondisi Proses

Untuk menganalisa desain/model sol sepatu dalam tugas akhir ini, kondisi proses yang digunakan ditunjukkan pada tabel 4-8.

Tabel 4-8. Kondisi proses

Mold Temperature	60 °C
Melt Temperature	180 °C
Machine Injection Pressure	250 MPa

4.3.3 Analisa Lokasi Titik Injeksi

Setelah kondisi proses di *setting* sesuai karakteristik material yang digunakan, maka selanjutnya *software* akan menganalisa lokasi titik injeksi. *Best gate location* dari desain/model sol sepatu ditunjukkan pada gambar 4-9.



Gambar 4-9. *Best Gate Location*

Dari gambar 4-9, diketahui bahwa bagian warna biru menunjukkan *best gate location*, sedangkan bagian warna merah menunjukkan *worst location*.

4.3.4 Analisa Aliran Material pada saat Injeksi

Analisa aliran material di sini akan menganalisa banyak hal, seperti analisa *air traps*, *weld lines*, *filling time*, *time to freeze*, dan banyak lagi.

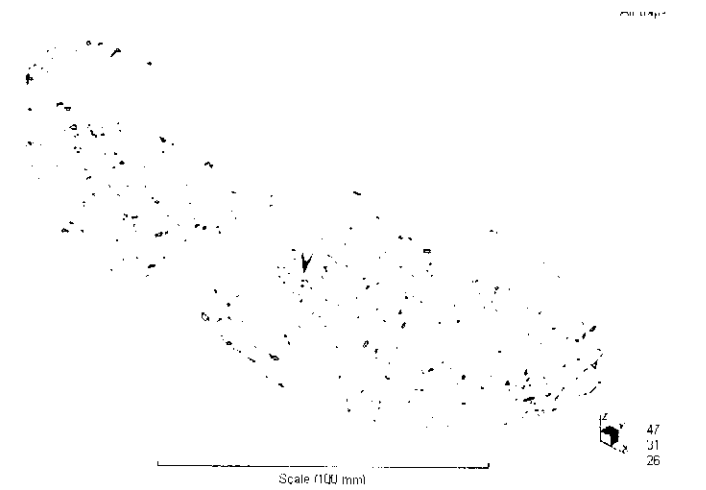
Hasil analisa aliran material tersebut terlihat pada gambar 4-10 – 4-13.



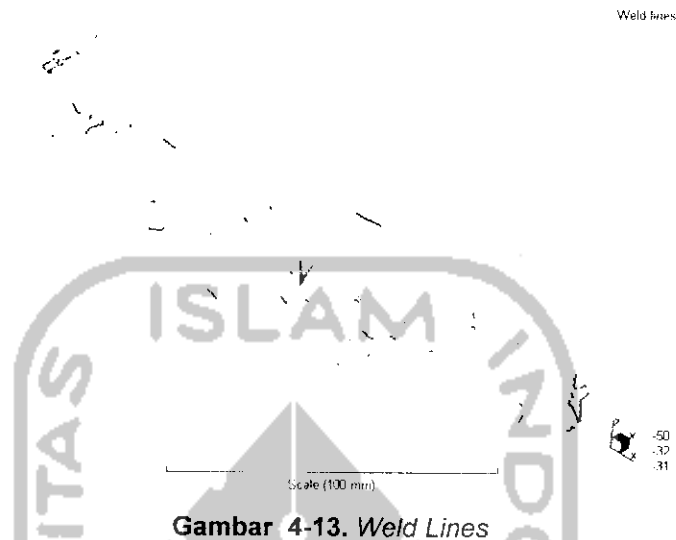
Gambar 4-10. Filling Time



Gambar 4-11. Time to Freeze



Gambar 4-12. Air Traps



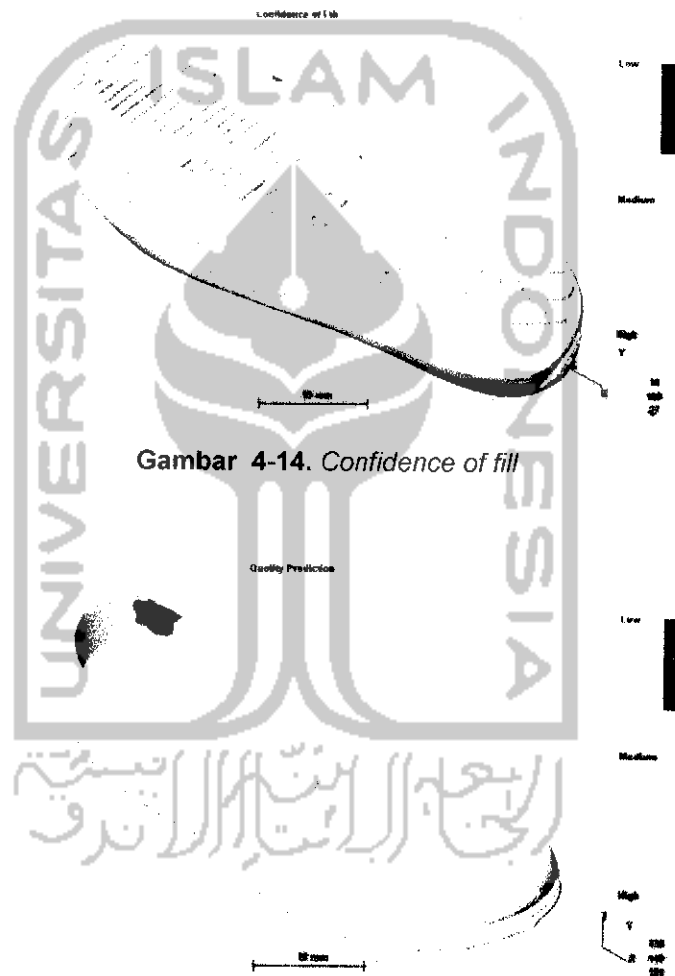
Gambar 4-13. Weld Lines

Keterangan gambar 4-10 – 4-13 :

- a. Gambar 4.10, waktu pengisian yang dibutuhkan selama proses injeksi yaitu 3.7 s.
- b. Gambar 4.11, waktu pendinginan yang terjadi selama proses yaitu 218.5 s.
- c. Gambar 4.12, adanya udara terjebak (*air traps*) di hampir seluruh bagian sol. *Air traps* ini mutlak terjadi apabila simulasi aliran material dilakukan tanpa melakukan optimasi pada cetakan (*mold*). Apabila optimasi cetakan (*mold*) dilakukan, yaitu dengan memberikan *venting* pada bagian cetakan (*mold*), maka kendala *air traps* ini dapat teratasi.
- d. Gambar 4.13, adanya pertemuan antara dua aliran (*weld lines*) di beberapa tempat pada bagian sol.

4.3.5 Analisa Hasil Akhir

Hasil analisa di sini akan memperlihatkan bagaimana prediksi kualitas (*quality prediction*) serta tingkat kepercayaan pengisian (*confidence of fill*) dari sol sepatu.



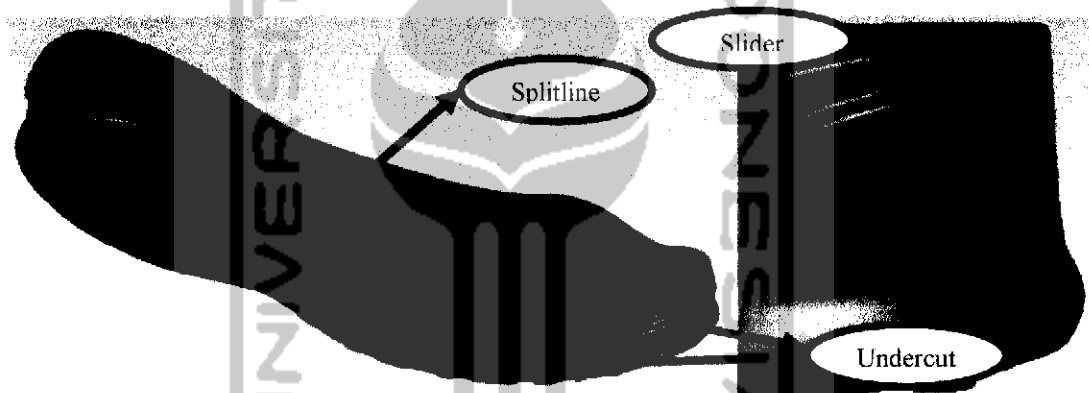
Gambar 4-15. Quality prediction

Dari gambar 4-14 dan 4-15, diketahui adanya warna merah (*low quality*) dan kuning (*medium quality*) pada beberapa bagian sol sepatu, itu menunjukkan masih belum bagusnya (*high quality*) analisa dari sol sepatu tersebut. Untuk mendapatkan hasil (*high quality*), dapat dilakukan dengan men-setting *condition process* kembali ataupun dengan merubah lokasi titik injeksi (masih dalam wilayah warna biru).

4.4 Pembuatan Desain Cetakan

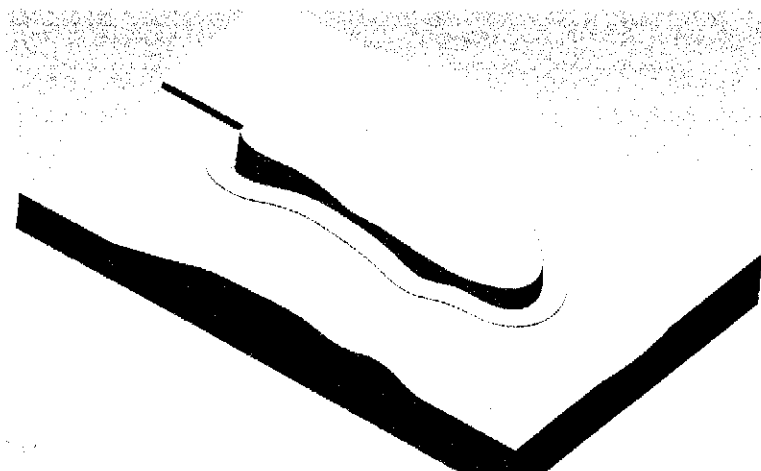
Setelah prediksi kualitas produk diketahui, selanjutnya model/desain sol sepatu akan masuk ke proses pembuatan desain cetakan. Proses pembuatan desain cetakan menggunakan *software* PowerSHAPE Moldmaker.

Cetakan dibuat dengan tiga bagian, selain adanya *core* dan *cavity*, cetakan untuk sol sepatu yang terlihat pada gambar, ditambahkan dengan bagian *slider*. *Slider* diletakkan pada sol bagian belakang, yaitu pada bagian yang terdapat motif nama, *slider* dibuat dengan tujuan agar pada saat proses pengeluaran produk nantinya, produk dapat keluar dengan baik dan benar.



Gambar 4-16. Detail desain sol

Susunan dan bagian-bagian cetakan dari desain sol sepatu pada gambar 4-16, ditunjukkan pada gambar 4-17 – 4-21.



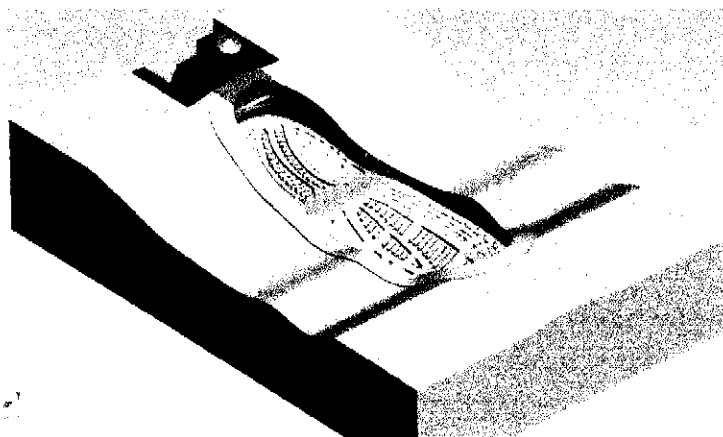
Gambar 4-17. Core



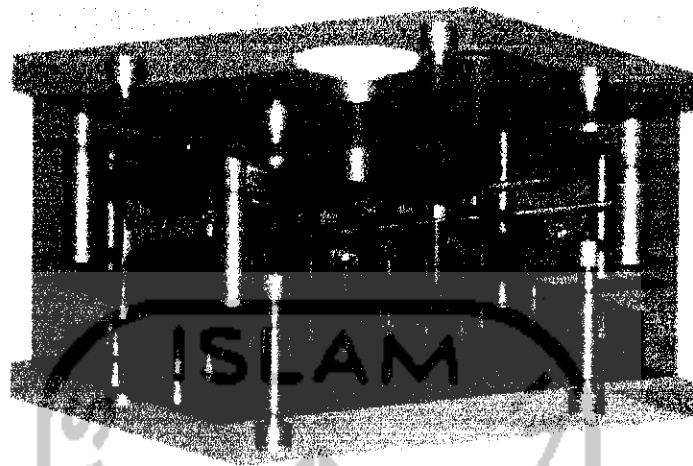
Gambar 4-18. Cavity



Gambar 4-19. Slider



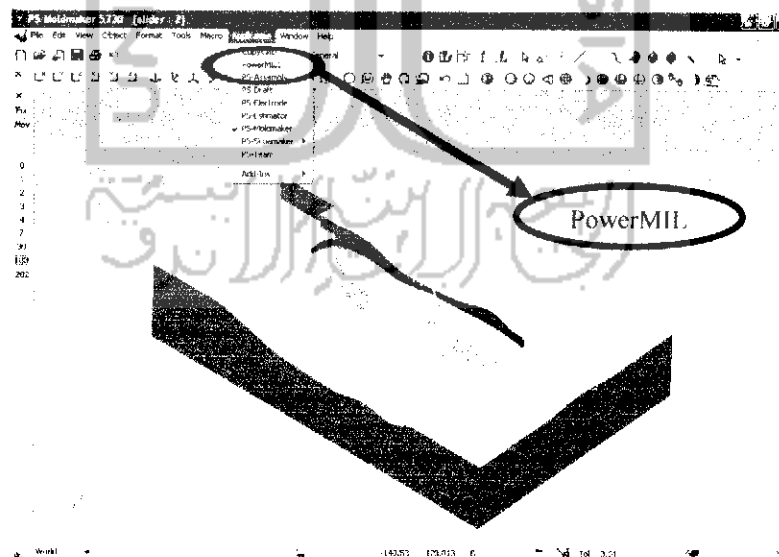
Gambar 4-20. Slider pada cetakan



Gambar 4-21. Moldbase design

4.5 Simulasi Pemesinan

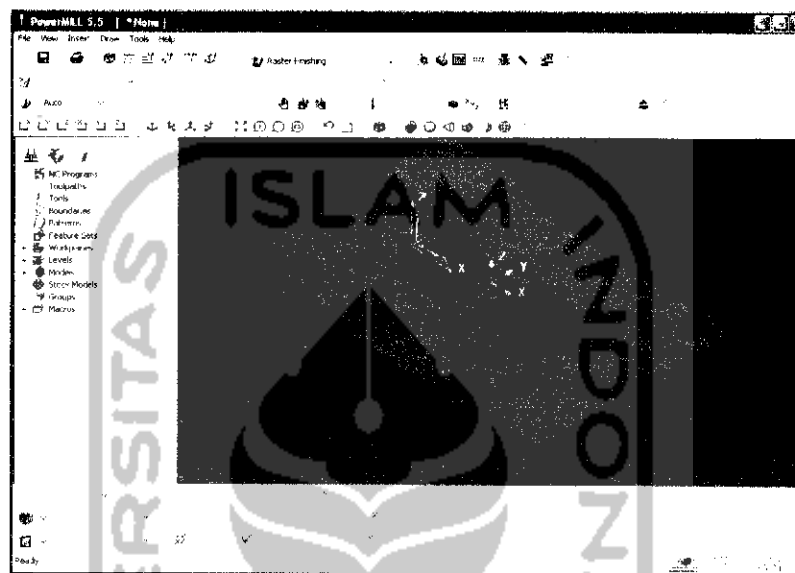
Setelah desain bagian-bagian cetakan yang terdiri dari *core*, *cavity* dan *slider* selesai, selanjutnya bagian-bagian cetakan tersebut akan dilakukan proses simulasi pemesinan.



Gambar 4-22. Desain cetakan pada software PowerSHAPE

Simulasi pemesinan menggunakan *software* PowerMILL. Untuk mensimulasikan desain yang telah digambar pada *software* PowerSHAPE, tidak perlu dilakukan pertukaran data antar *software*, karena PowerSHAPE memiliki

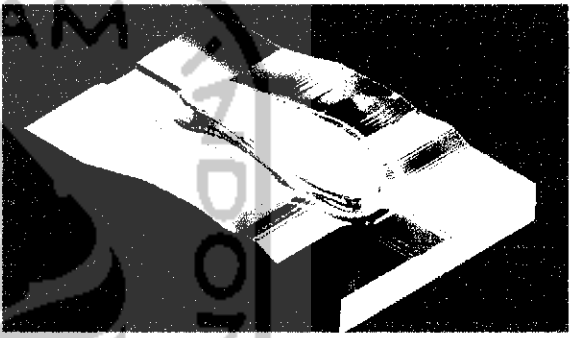

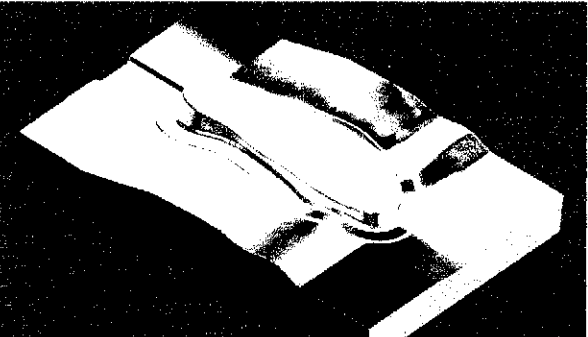
link dengan PowerMILL atau PowerMILLI merupakan *application* dari PowerSHAPE.





Gambar 4-23. Desain cetakan pada software PowerMILL

4.5.1 Core

Tabel 4-9. Proses simulasi pemesinan *core*



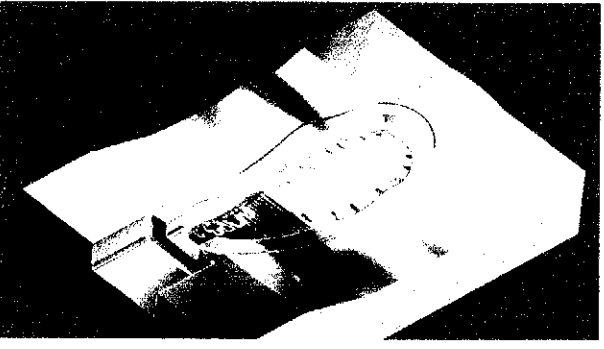
No	Keterangan	Parameter Simulasi Pemesinan	Hasil Simulasi Pemesinan
1	Proses Strategi Tools (Pahat) Stepover Stepdown Tool axis	Roughing Offset EndMill (Tipradius), Diameter 20 mm, Radius 5 mm 12 mm 1 mm Vertical	 <p data-bbox="979 1039 1278 1070">Gambar 4-24. <i>Roughing</i></p>
2	Proses Strategi Tools (Pahat) Stepover Stepdown Tool axis	Rest Roughing Offset Ballnosed Diameter 10 mm 1 mm 0.5 mm Vertical	 <p data-bbox="948 1520 1310 1552">Gambar 4-25. <i>Rest Roughing</i></p>
3	Proses Strategi Tools (Pahat) Stepover Tool axis	Finishing Optimized Constant Z BN,8 0.5 mm Vertical	 <p data-bbox="975 2002 1283 2033">Gambar4-26. <i>Finishing 1</i></p>

Sambungan dari tabel 4-9.


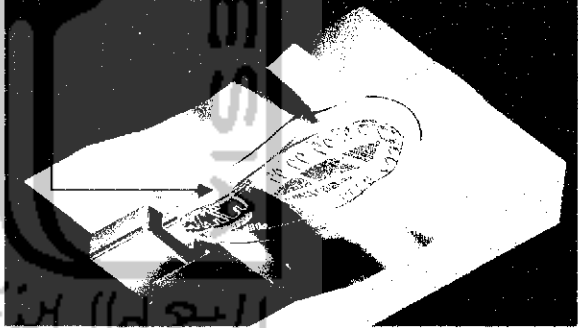
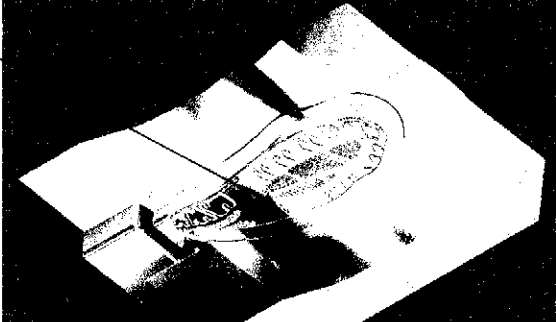
No	Keterangan	Parameter Simulasi Pemesinan	Hasil Simulasi Pemesinan
4	Proses Strategi <i>Tools</i> (Pahat) Tool axis	Corner Finishing Pattern Finishing EM 6, R 0.5 Vertical	 <p data-bbox="954 981 1273 1014">Gambar 4-27. Finishing 2</p>
5	Proses Strategi <i>Tools</i> (Pahat) Tool axis	Corner Finishing Pattern Finishing EM 6, R 0.5 Vertical	 <p data-bbox="954 1440 1273 1473">Gambar 4-28. Finishing 3</p>

4.5.2 Cavity

Tabel 4-10. Proses simulasi pemesinan *cavity*

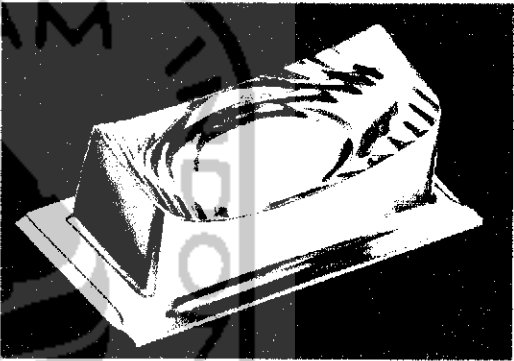
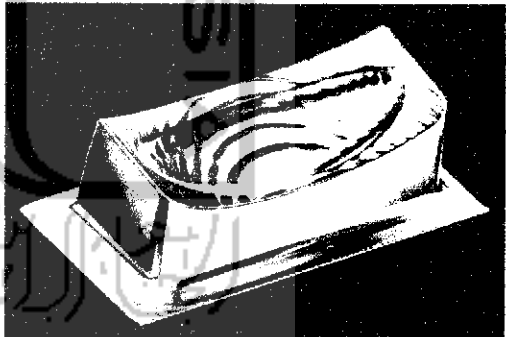
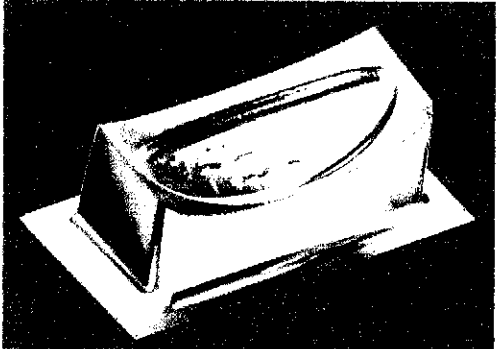
No	Keterangan	Parameter Simulasi Pemesinan	Hasil Simulasi Pemesinan
1	Proses Strategi <i>Tools</i> (Pahat) Stepper Stepper Tool axis	Roughing Offset FM 20 14 1 Vertical	 <p data-bbox="957 1052 1257 1086">Gambar 4-29. <i>Roughing</i></p>
2	Proses Strategi <i>Tools</i> (Pahat) Stepper Stepper Tool axis	Rest Roughing Offset BN 10 1 0.5 Vertical	 <p data-bbox="925 1525 1289 1559">Gambar 4-30. <i>Rest Roughing</i></p>
3	Proses Strategi <i>Tools</i> (Pahat) Stepper Tool axis	Finishing Optimised Constant Z BN 8 0.4 Vertical	 <p data-bbox="949 1995 1265 2029">Gambar 4-31. <i>Finishing 1</i></p>

Sambungan dari tabel 4-10.

No	Keterangan	Parameter Simulasi Pemesinan	Hasil Simulasi Pemesinan
7	Proses Strategi Tools (Pahat) Stepper Tool axis	Finishing Multiaxis Projection Point (Circular) BN 4 0.3 Lead/Lean Angel	 <p data-bbox="965 981 1278 1014">Gambar 4-35. Finishing 5</p>
8	Proses Strategi Tools (Pahat) Stepper Tool axis	Finishing Multiaxis Projection Plane (Across) BN 4 0.4 Lead/Lean Angel	 <p data-bbox="965 1435 1278 1469">Gambar 4-36. Finishing 6</p>
9	Proses Strategi Tools (Pahat) Stepper Tool axis	Finishing Multiaxis Projection Plane (Across) BN 4 0.4 Lead/Lean Angel	 <p data-bbox="965 1883 1278 1917">Gambar 4-37. Finishing 7</p>

4.5.3 Slider

Tabel 4-11. Proses simulasi pemesinan *slider*

No	Keterangan	Parameter Simulasi Pemesinan	Hasil Simulasi Pemesinan
1	Proses Strategi <i>Tools</i> (Pahat) Stepper Stepdwn Tool axis	Roughing Offset FM 12, R 2 8 1 Vertical	 Gambar 4-38. Roughing
2	Proses Strategi <i>Tools</i> (Pahat) Stepper Stepdwn Tool axis	Rest Roughing Offset BN 6 1 0.5 Vertical	 Gambar 4-39. Rest Roughing
3	Proses Strategi <i>Tools</i> (Pahat) Stepper Tool axis	Finishing Optimized Constant Z BN 4 0.2 Vertical	 Gambar 4-40. Finishing 1

Bab 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dalam melakukan proses perancangan dan pengembangan produk baru dengan menggunakan teknologi CAD/CAM/CAE ada beberapa tahapan yang harus dilakukan.

Tahap perencanaan (*zerofase*) merupakan awal dari seluruh proses dimana sebuah konsep perancangan produk mulai dibangun, selanjutnya konsep tersebut dikembangkan yaitu dengan cara mengidentifikasi kebutuhan konsumen, proses ini dilakukan untuk mendapatkan desain terpilih serta data-data penting dari konsumen, lalu data-data tersebut dianalisa untuk diproses ke tahap berikutnya yaitu proses analisa penentuan titik injeksi dan aliran material serta proses pemesinan.

Hambatan yang dihadapi dalam penelitian ini terjadi pada proses analisa material, dimana hasil akhir dari analisa tersebut memperlihatkan tingkat *confidence of fill* dan *quality prediction* yang dihasilkan masih belum tinggi, ini diakibatkan karena material sol dan kondisi proses yang digunakan untuk dianalisa bukan material dan kondisi proses yang sebenarnya (hanya diasumsikan).

Selain itu proses pertukaran data antar *software* merupakan hal yang sangat penting, proses ini dilakukan secara berkesinambungan dalam suatu proses produksi, mulai dari proses desain hingga sampai proses pemesinan. Suatu proses tidak bisa masuk ketahap selanjutnya apabila hal tersebut tidak berjalan dengan baik dan benar karena *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*).

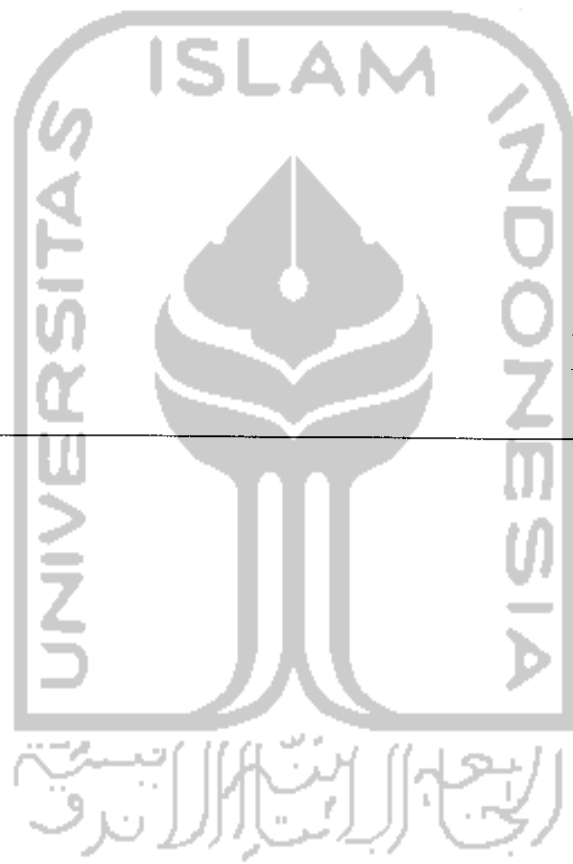
5.2 Saran

Penelitian ini belum sempurna, kekurangan masih terdapat pada analisa *software* moldflow, yaitu masih belum tingginya tingkat *confidence of fill* serta *quality prediction* terhadap sol sepatu, itu terjadi karena material sol serta kondisi proses yang digunakan untuk dianalisa bukan material dan kondisi yang sebenarnya (hanya diasumsikan), serta masih terdapatnya *air traps* di hampir seluruh bagian sol. Saran-saran berikut diberikan untuk pengembangan penelitian selanjutnya:

1. Sebaiknya melakukan penelitian langsung ke pabrik sepatu untuk mempelajari dan mencari data material sol sepatu serta kondisi proses yang sebenarnya untuk dianalisa, agar *confidence of fill* dan *quality prediction* menjadi tinggi.
2. Melakukan optimasi cetakan, yaitu dengan membuat *venting* dan *cooling system* dengan ukuran yang sesuai agar *air traps* dapat dihindari.
3. Pengetahuan tentang proses pertukaran data antar *software* lebih diperdalam.
4. Mempelajari simulasi pemesinan multi-axis, untuk desain-desain *complex surface* yang memiliki *undercut*.
5. 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.

DAFTAR PUSTAKA

- B.H. Amsted, Philip F. Ostwald, dan Myron L. Begeman. *Teknologi Mekanik Jilid 1*, terjemahan Sriati Djaprie. Jakarta : Penerbit Erlangga, 1990.
- Delcam plc., *Reference Manual "PowerMILL"*. Brimingham, B10 0HJ. England., 2002.
- Delcam plc., *Reference Manual "PowerSHAPE"*. Brimingham, B10 0HJ. England., 2002
- Autodesk, Inc., *Autodesk Inventor 2008 Getting Started*. USA. 2007.
- Kaebemick H., Farmer L. E., Mozar S. *Concurrent Product and Process Design*. Sydney : UNSW, 1997.
- Mikell P. Groover dan Emory W. Zimmers, Jr. *CAD/CAM Computer Aided Design and Manufacturing*. New Delhi : Prentice Hall of India, 1987.
- Risdiyono. *Die Design And Numerical Simulation For Die Casting. The 3rd International Conference on Product Design & Development*. Jogjakarta, Indonesia. 2007.
- Serope Kalpakjian dan Steven R. Schmid. *Manufacturing, Engineering and Technology, Fifth edition*. New Jersey : Pearson Education, Inc. 2006.
- Surdia Tata, Prof., dan, Saito Shinroku, Ir. *Pengetahuan Bahan Teknik*. Jakarta : Pradnya Paramita, 1999.
- Ulrich K. T., dan D.Eppinger. *Product Design and Product Development*. Singapore : McGraw Hill, 1995.
- Suteja Jaya dan Setiawan Peter. *Analisis dan Implementasi CAD Freeware Guna Meningkatkan Produktivitas Proses Design*. Surabaya : Proceeding Seminar Nasional Teknik Mesin 3. Universitas Kristen Petra. 2008.
- Saryoto BSc, *dari Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Barang Kulit Karet dan Plastik (BBPPKP), Depperindag*, 2008
- Stefanie Ricci, 1848-1960. *Sumber: kompas.com, Jumat, Agustus 01, 2008, Label: serious - tren sepatu*



LAMPIRAN



Kuesioner

Assalamu 'alaikum Wr,Wb

Dengan hormat,

Ditengah kesibukan anda sekalian, perkenankanlah saya menyita waktu anda untuk mengisi kuesioner di bawah ini. Kuesioner ini diedarkan untuk kepentingan penelitian tugas akhir yang dilakukan oleh :

Nama : Tri Yudhi Guntoro

NIM : 04525049

Fakultas / Jurusan : FTI / Teknik Mesin

Jawaban anda yang lengkap dan sesuai keadaan, perasaan dan pikiran yang sebenarnya, sangat dibutuhkan dalam pengisian kuesioner ini. Semua jawaban tidak ada yang salah karena penelitian ini dilakukan guna pencarian data untuk tugas akhir saya.

Atas perhatian dan kesediaan anda meluangkan waktu untuk mengisi kuesioner ini, saya ucapkan terimakasih.

Wassalamu 'alaikum Wr, Wb

Yogyakarta, Desember 2008

Tri Yudhi Guntoro

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
الرَّحْمَةُ الرَّحِيمَةُ
الرَّحْمَةُ الرَّحِيمَةُ

Identitas diri

Nama/inisial :

Jenis kelamin :

Usia :

Lokasi :

Kuesioner I

- Kuesioner ini dibuat untuk mengetahui keinginan konsumen terhadap produk sepatu.

Petunjuk Pengisian :

- Anda diminta untuk memilih salah satu jawaban dengan cara memberikan tanda silang (X) pada pilihan yang tersedia.

- SELAMAT MENERJAKAN -

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
الجامعة الإسلامية
الاندونيسية

Shoes

1. Warna sepatu apa yang anda sukai?
a. Hitam b. Putih c. Biru d. Merah e. Lain-lain.....
2. Apa kombinasi warna sepatu yang anda sukai?
a. Pink b. Kuning c. Hijau d. Ungu e. Lain-lain.....
3. Berapa kombinasi warna pada sepatu yang anda inginkan?
a. 2 b. 3 c. 4 d. Lain-lain.....

Bentuk dan desain/model

1. Desain sepatu seperti apa yang anda inginkan?
a. Sederhana/*simple* b. Banyak variasi c. Lain-lain.....
2. Bentuk sol sepatu yang bagaimana yang anda inginkan?
a. Tipis b. Sedang c. Tebal d. Lain-lain.....
3. Motif sol sepatu seperti apa yang anda inginkan?
a. Sederhana/*simple* b. Banyak variasi c. Lain-lain.....
4. Menurut anda, apakah perlu adanya asesoris tambahan pada sol sepatu?
a. Perlu b. Tidak perlu
5. Asesoris seperti apa yang anda inginkan?
a. Lambang b. kartun c. Bunga d. Lain-lain.....

Ergonomic and safety

1. Apakah yang pertama anda dahului kan ketika membeli sebuah sepatu?
a. Aman b. Nyaman c. Bentuk d. Harga e. lainnya.....
2. Sol sepatu yang bagaimanakah yang anda inginkan?
a. Nyaman b. Aman c. Lentur d. Keras/kaku e. Lainnya.....

Fungsional

1. Apakah anda memiliki sepatu?
 - a. Iya
 - b. Tidak

2. Apakah anda menggunakan sepatu, khusus untuk kegiatan tertentu saja?
 - a. Iya
 - b. Tidak

3. Apakah anda menggunakan sepatu untuk kegiatan lainnya?
 - a. Iya
 - b. Tidak

4. Apakah fungsi lain sepatu anda?
 - a. Untuk jalan-jalan/nongkrong
 - b. Untuk ke kampus/sekolah
 - c. Untuk kerja
 - d. Lain-lain :

5. Fungsi sepatu yang bagaimana yang anda inginkan?
 - a. Hanya dapat digunakan untuk kegiatan/keperluan tertentu
 - b. Dapat digunakan untuk kegiatan/keperluan lain (multifungsi)
 - c. Lain-lain :

6. Menurut anda, sepatu bisa/dapat dijadikan sebagai salah satu pelengkap dalam kehidupan sehari-hari (*lifestyle*) anda?
 - a. Tidak
 - b. bisa
 - c. Lain-lain :

Kuesioner II

- Merupakan tindak lanjut dari kuesioner I, setelah mengetahui berbagai macam keinginan konsumen terhadap produk sepatu yang diinginkan, maka pada kuesioner II ini bertujuan untuk mengetahui bobot setiap data atribut-atribut dalam pemilihan sebuah produk sepatu.

Petunjuk Pengisian :

- Berilah tanda cek (v) untuk memberikan penilaian atas atribut-atribut dalam pemilihan sebuah produk sepatu olahraga pada tabel penilaian di bawah.

Keterangan Penilaian :

1	TP	Tidak Penting
3	KP	Kurang Penting
5	CP	Cukup Penting
7	P	Penting
9	SP	Sangat Penting

- SELAMAT MENGERJAKAN -

TABEL PENILAIAN

1	Bentuk					
2	Desain/Model					
3	Warna					
4	Asesoris tambahan					
5	Berat produk					
6	Multifungsi					
7	Keawetan/ketahanan					
8	Harga					
9	Kenyamanan					
10	Keamanan saat digunakan					

Kuesioner III

Petunjuk Pengisian :

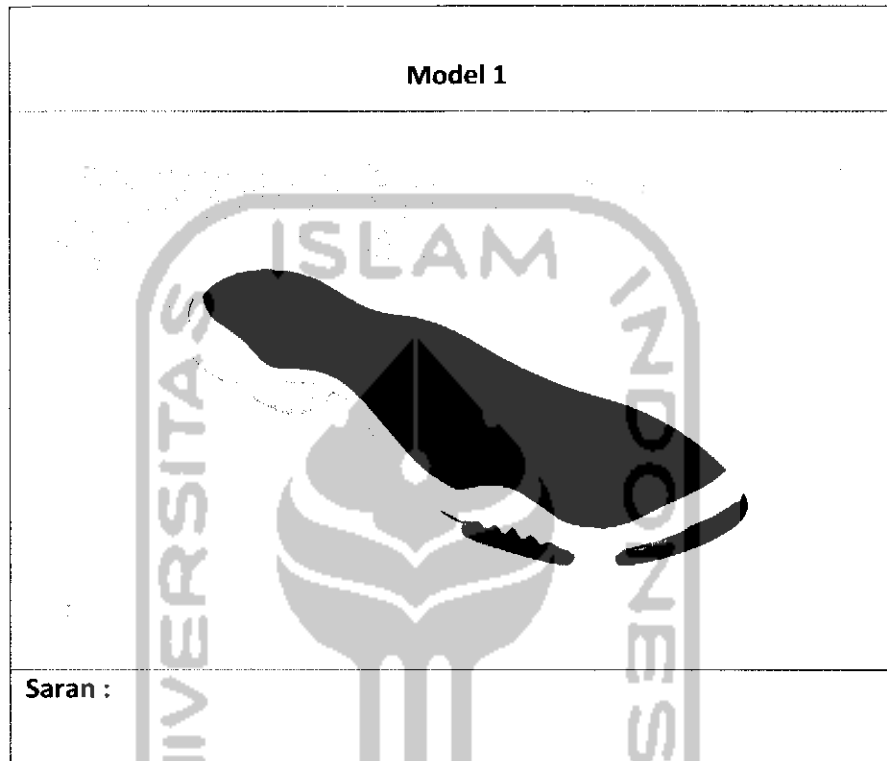
- Anda diminta untuk memilih salah satu jawaban yang paling mewakili penilaian anda terhadap desain/model sol sepatu pada gambar desain/model dengan cara memberi tanda (X) pada tabel penilaian dibawah.

Keterangan Penilaian :

- 1 = Sangat Jelek
- 2 = Jelek
- 3 = Bagus
- 4 = Sangat Bagus



DESAIN/MODEL SOL SEPATU



TABEL PENILAIAN

1	Bentuk	a. 1	b. 2	c. 3	d. 4
2	Desain/Model	a. 1	b. 2	c. 3	d. 4
3	Warna	a. 1	b. 2	c. 3	d. 4
4	Aksesoris tambahan	a. 1	b. 2	c. 3	d. 4
5	Multifungsi	a. 1	b. 2	c. 3	d. 4

Model 2

Saran :

TABEL PENILAIAN

1	Bentuk	a. 1	b. 2	c. 3	d. 4
2	Desain/Model	a. 1	b. 2	c. 3	d. 4
3	Warna	a. 1	b. 2	c. 3	d. 4
4	Asesoris tambahan	a. 1	b. 2	c. 3	d. 4
5	Multifungsi	a. 1	b. 2	c. 3	d. 4

Model 3

Saran :

TABEL PENILAIAN

1	Bentuk	a. 1	b. 2	c. 3	d. 4
2	Desain/Model	a. 1	b. 2	c. 3	d. 4
3	Warna	a. 1	b. 2	c. 3	d. 4
4	Asesoris tambahan	a. 1	b. 2	c. 3	d. 4
5	Multifungsi	a. 1	b. 2	c. 3	d. 4

**TERIMA KASIH ATAS BANTUAN
DAN
KERJASAMA ANDA**

الجامعة الإسلامية
الاندونيسية



Analisa Data Kuesioner

Analisa Data Kuesioner 100 Responden

No	Usia (Tahun)	Model 1	Model 2	Model 3
1	19	14	18	20
2	19	21	23	25
3	22	21	26	22
4	21	21	28	24
5	17	21	22	26
6	19	27	23	23
7	21	20	22	21
8	18	17	21	28
9	18	11	18	26
10	19	12	19	20
11	19	16	21	20
12	21	21	21	21
13	21	19	23	23
14	17	19	21	28
15	18	21	21	21
16	21	20	21	21
17	19	17	21	24
18	20	15	21	27
19	21	21	17	17
20	21	11	19	18
21	18	19	24	23
22	21	17	21	28
23	21	13	21	28
24	19	16	20	27
25	19	19	23	21
26	20	15	20	21
27	18	9	16	27
28	19	19	21	21
29	18	15	21	21
30	21	22	22	27
31	18	14	23	25
32	19	13	18	24

No	Usia (Tahun)	Model 1	Model 2	Model 3
33	21	16	21	17
34	20	15	18	18
35	21	15	17	22
36	20	17	20	19
37	21	18	24	21
38	21	22	21	24
39	21	17	20	17
40	17	21	23	23
41	22	17	28	22
42	21	21	21	21
43	22	14	22	24
44	21	25	13	20
45	21	7	21	28
46	18	13	21	24
47	21	18	20	16
48	22	19	27	27
49	18	17	18	25
50	21	17	21	20
51	20	20	21	21
52	20	21	21	21
53	18	18	14	14
54	21	20	19	28
55	18	18	7	8
56	18	28	24	18
57	19	17	20	14
58	21	19	22	17
59	21	20	15	14
60	19	19	10	18
61	23	21	18	16
62	18	19	25	28
63	22	10	18	17
64	17	20	18	14
65	22	16	18	21
66	21	18	20	21
67	21	19	20	21
68	21	17	20	28

No	Usia (Tahun)	Model 1	Model 2	Model 3
69	18	16	20	21
70	20	15	20	21
71	20	20	20	23
72	22	18	21	27
73	21	20	16	21
74	25	9	20	21
75	21	16	17	21
76	18	19	14	21
77	22	7	7	21
78	20	13	14	21
79	20	18	18	22
80	19	21	21	21
81	21	19	20	20
82	20	17	20	17
83	17	20	20	17
84	22	19	14	20
85	22	18	25	19
86	18	20	19	20
87	21	17	19	17
88	20	17	20	17
89	18	18	22	17
90	20	22	19	17
91	20	18	28	15
92	21	20	16	18
93	22	21	20	28
94	22	20	14	21
95	22	19	21	21
96	20	21	23	16
97	21	17	28	25
98	21	19	14	21
99	19	16	21	20
100	22	16	21	20
Jumlah		57	83	80
STDEV		3.63567	3.76002	3.96851

KETERANGAN = MERAH = Suka terhadap desain

HITAM = Tidak suka terhadap desain