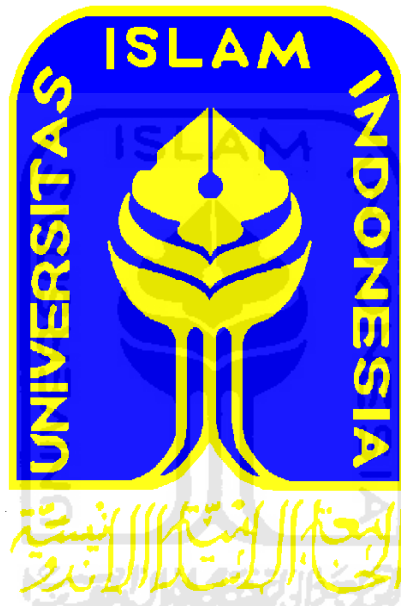


**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN *PLASTIC TRAY*
SEBAGAI ALTERNATIF KEMASAN MAKANAN DENGAN
METODE *THERMOFORMING*
TUGAS AKHIR**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Pada Jurusan Teknik Mesin



Disusun oleh :

Nama : Bayu Wiwit Zaenul Aryanto
NIM : 04525027

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2011**

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN *PLASTIC TRAY* SEBAGAI ALTERNATIF KEMASAN MAKANAN DENGAN METODE *THERMOFORMING*

TUGAS AKHIR

Disusun oleh :

Nama : Bayu Wiwit Zaenul Aryanto
NIM : 04 525 027

Dinyatakan telah diperiksa dan disahkan :

Yogyakarta, 17 Mei 2011



Menyetujui,

Dosen Pembimbing 1

Ir. Paryana Puspaputra, M.Eng.

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN *PLASTIK TRAY* SEBAGAI ALTERNATIF KEMASAN MAKANAN DENGAN METODE *THERMOFORMING*

TUGAS AKHIR

Oleh :

Nama : Bayu Wiwit Zaenul Aryanto

No. Mahasiswa : 04 525 027

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin
Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta, 3 Juni 2011

Tim Penguji

Ir. Paryana Puspaputra, M.Eng

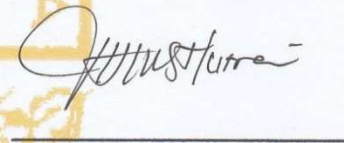
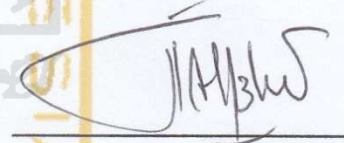
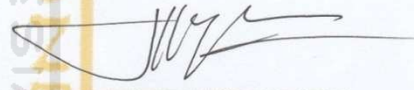
Ketua

Ir. Zakky Sulistiawan, M.Sc

Anggota I

Tri Setya Putra, ST.

Anggota II



Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin
Universitas Islam Indonesia



Agung Nugroho Adi, ST., MT.

HALAMAN PERSEMBAHAN

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

*Kupersembahkan segala usaha dan jerih payahku ini,
untuk kedua orang tuaku tercinta.*

*Tak akan pernah sanggup Bayu membalas
semua yang telah Bapak dan Ibu berikan untuk Bayu....*

. Semoga ALLAH SWT yang membalas kalian dengan limpahan rahmat dan ridho-Nya, karena ketidak sanggupanku untuk bisa membalas semuanya untuk selamanya.

I love you.

*Adik-adik ku tercinta adik Risna dan adik Tria, terimakasih atas do'a, dan semangatnya.
Aku sayang kalian*

Ratna Wulandari terimakasih untuk semua cinta, kasih sayang, dan perhatian yang pernah engkau berikan untukku, Tanpamu aku rapuh, tapi karenamu hidupku menjadi lebih berarti, dan penuh warna. Karena kamu adalah yang terindah dalam hidupku.

*Temen - temen Genk terong Dina, Bayu bandrek, Vivit, Rindi, Didit, Deni, widya yang selalu memberikan dorongan semangat. Semoga kalian selalu dalam lindungan Allah SWT
Amin.*

T-temen kost Pink Rangi, Deny, yudi, Ipunk, yusuf, Didit, Awal dan Iqbal, serta temen-temen kost marta Sincan, Gabenk dan Feri. Dan temen - temen kontrakan eko, Wahyu, Dwi terima kasih selama ini telah banyak membantu.

*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.*



HALAMAN MOTTO

*“Bacalah dengan (menyebut) nama Tuhanmu Yang menciptakan,
Dia telah menciptakan manusia dari segumpal darah.
Bacalah, dan Tuhanmulah Yang Maha Pemurah,
Yang mengajar (manusia) dengan perantaraan kalam.
Dia mengajarkan kepada manusia apa yang tidak diketahuinya.
Ketahuilah! Sesungguhnya manusia benar-benar melampaui batas,
karena dia melihat dirinya serba cukup.
Sesungguhnya hanya kepada Tuhanmulah kembali (mu)”
(Al ‘Alaq: 1-8)*

*“Dia-lah yang mengutus kepada kaum yang buta huruf seorang Rasul di
antara mereka, yang membacakan ayat-ayat-Nya kepada mereka,
mensucikan mereka dan mengajarkan kepada mereka Kitab dan
Hikmah.
Dan sesungguhnya mereka sebelumnya benar-benar dalam kesesatan”
(Al Jumu’ah: 2)*

*“Dan bagaimana kamu dapat sabar atas sesuatu,
yang kamu belum mempunyai pengetahuan yang cukup tentang hal
itu?”
(Al Kahfi: 68)*

*.....Katakanlah: “Adakah sama orang-orang yang mengetahui
dengan orang-orang yang tidak mengetahui?
Sesungguhnya orang-orang yang berakallah yang dapat menerima
pelajaran”
(Az Zumar: 9)*

*“.....Allah meninggikan orang yang beriman di antara kamu dan
orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan, beberapa derajat.....”
(Al Mujaadalah: 11)*

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillahirrobbil'alamin, puji dan sukur penyusun panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan nikmat, rahmat serta hidayat-Nya. Salawat dan salam kepada Rasulullah Muhammad SAW sehingga penyusun dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini dengan baik.

Dalam pelaksanaan tugas akhir ini, penyusun mendapatkan banyak bantuan, bimbingan, dan dorongan semangat dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak. Oleh karena itu, dengan terselesaikannya laporan tugas akhir ini, maka penyusun ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang selalu memberikan rahmat dan hidayah-Nya serta selalu memberikan kesehatan, kesempatan, dan kemudahan dalam melaksanakan tugas akhir ini.
2. Kedua orang tua saya tercinta, yang selalu memberikan dukungan kepada penyusun dan doa yang tulus ikhlas pada setiap langkah dalam hidup penyusun.
3. Bapak Agung Nugroho Adi, ST., MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Ir. Paryana Puspaputra, M.Eng. selaku Dosen Pembimbing tugas akhir yang telah sangat banyak membantu dan membimbing dengan penuh kesabaran selama proses pengerjaan dan penyusunan tugas akhir ini.
5. Segenap Dosen Jurusan Teknik Mesin, Universitas Islam Indonesia.
6. 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.
7. Ratna Wulandari, untuk setiap dukungan, doa, dan semangatnya.
8. Teman-teman bimbingan tugas akhir Bapak Ir. Paryana Puspaputra, M.Eng.

9. Teman-teman teknik mesin 2004, untuk dorongan semangatnya, *keep up the good work bro* dan semua mahasiswa Jurusan Teknik Mesin untuk dukungan dan bantuannya, “*solidarity forever*”.
10. Teman-teman kontrakan terutama Deni yang selalu siap membantu.
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.

Penyusun menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan dan isi dari laporan tugas akhir ini. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penyusun harapkan guna menyempurnakannya.

Akhir kata, semoga laporan ini bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan khususnya bagi penyusun sendiri.

Billahitaufik walhidayah

Wassalamu'alaikum wr. wb



Yogyakarta, 17 Mei 2011

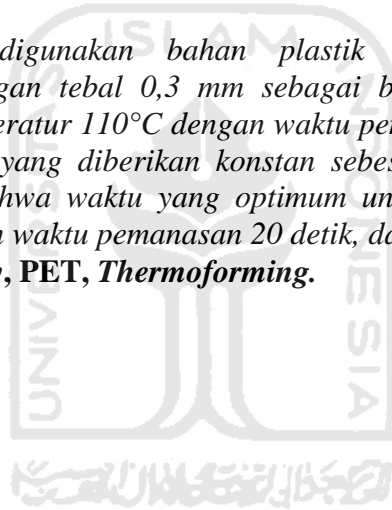
Penyusun

ABSTRAKSI

Tempat dari material plastik semakin banyak ditemukan dan digunakan di kehidupan sehari-hari. Salah satu proses pembuatannya yaitu dengan menggunakan proses thermoforming dan yang paling sederhana jenis straight pressure forming. Proses tersebut banyak digunakan untuk membentuk material plastik berbentuk lembaran. Plastik lembaran dipanaskan hanya sampai kondisi melunak pada suatu mold, kemudian diberi tekanan udara agar terjadi proses pembentukannya. Agar pembentukan yang terjadi dapat sempurna perlu diatur parameter prosesnya. Adapun parameter yang akan diatur adalah waktu temperatur, dan waktu tekanan pada lembaran plastik didalam cetakan. Pengaturan temperatur dan lama pemanasannya dipengaruhi oleh jenis dan ketebalan plastik.

Pada penelitian ini, digunakan bahan plastik lembaran polyethylene terephthalate (PET) dengan tebal 0,3 mm sebagai bahan uji. Untuk proses pemanasan, dengan temperatur 110°C dengan waktu pemanasan berkisar antara 15 – 20 detik. Tekanan yang diberikan konstan sebesar 280 kpa. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa waktu yang optimum untuk plastik PET dengan tebal 0,3 mm yaitu dengan waktu pemanasan 20 detik, dan waktu tekan 25 detik.

Kata kunci : Plastik Tray, PET, Thermoforming.



Daftar Isi

HALAMAN DEPAN	i
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	iii
HALAMAN MOTTO	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
ABSTRAKSI.....	ix
Daftar Isi	x
Daftar Grafik dan Tabel.....	xiii
Daftar Gambar	xiv
Bab 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Tugas Akhir.....	2
1.5 Manfaat Tugas akhir	3
1.6 Sistematika Penelitian.....	3
Bab 2 LANDASAN TEORI.....	4
2.1 Teori Kemasan	4
2.1.1 Fungsi Kemasan	4
2.2 Autodesk Inventor.....	6
2.3 <i>Thermoforming</i>	7
2.4 Sheet.....	10
2.5 Plastik.....	11
2.5.1 <i>Polypropylene (PP)</i>	13
2.5.2 <i>Polistirene (PS)</i>	14
2.5.3 <i>Polyvinyl Chloride (PVC)</i>	16
2.5.4 <i>Polyethelene Perephthalate (PET)</i>	16

2.5.5	Bahan Plastik yang Aman	17
2.5.6	Bahan Plastik Yang Tidak Aman	18
2.6	Cetakan	19
2.6.1	Jenis-jenis Cetakan	19
2.6.2	Teknik pembuatan cetakan komposit	19
2.7	Kompresor	22
2.7.1	Jenis-jenis kompresor.....	23
2.8	Pengelasan	25
2.8.1	Jenis-Jenis Pengelasan.....	25
2.9	Tekanan Gas	27
2.10	Perpindahan panas.....	28
2.11	Prototipe	29
Bab 3	METODOLOGI PENELITIAN.....	30
3.1	Tahap I Menentukan Bentuk dan Proses Pembuatan Kemasan Serta Plastik yang akan digunakan.	31
3.1.1	Menentukan bentuk kemasan	31
3.1.2	Menentukan perlakuan untuk proses pencetakan	32
3.1.3	Bahan cetak.....	32
3.2	Tahap II Pembuatan Desain dan Pembuatan Cetakan	33
3.2.1	Pembuatan design alat pressure forming.....	33
3.2.2	Pembuatan cetakan	34
3.2.3	Membuat relief pada cetakan	35
Bab 4	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	39
4.1	Proses Pembuatan Alat Pressure Forming Untuk Membuat Kemasan..	39
4.2	Perakitan	43
4.3	Penggabungan Rangka Atas dan Rangka Bawah.	46
4.4	Finishing	47
4.5	Pemasangan kertas packing	47
4.6	Proses Pembuatan Produk.....	49
4.7	Hasil dan Pembahasan	53
4.7.1	Hasil.....	53

4.7.2 Pembahasan	56
Bab 5 PENUTUP	58
5.1 Kesimpulan	58
5.2 Saran	58
Daftar Pustaka	59
LAMPIRAN	Error! Bookmark not defined.



Daftar Grafik dan Tabel

Grafik 2-1 Plastik Thermoplastik	12
Grafik 2-2 Plastik Thermoset	12
Tabel 2-1 Perbandingan berat jenis dari berbagai material plastik.	13
Tabel 2-2 Temperature Leleh Proses Thermoplastik	13

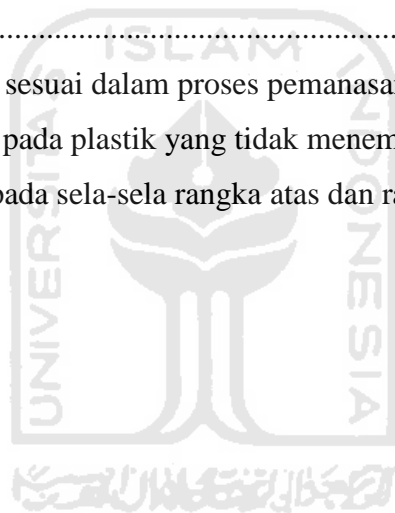


Daftar Gambar

Gambar 2.1 Tampilan Autodesk Inventor 2008	6
Gambar 2.2 Plastik part cost vary by fabrication process	7
Gambar 2.3 Proses vacuum forming.	8
Gambar 2.4 Contoh produk dari proses vacuum forming	9
Gambar 2.5 Proses Pressure forming	9
Gambar 2.6 Hasil dari proses pressure forming	10
Gambar 2.7 Sheet polyethelene terephtalate (PET).....	10
Gambar 2.8 Kode plastik Polipropilen (PP).....	14
Gambar 2.9 Kode plastik Polistirene (ps).....	15
Gambar 2.10 kode plastik Polyvinyl chloride (PVC).....	16
Gambar 2.11 Kode plastik Polyethylene Terephtalate (PET)	17
Gambar 2.12 Proses Spray Lay-Up	20
Gambar 2.13 Proses Hand Lay-Up.....	21
Gambar 2.14 Proses Vacuum Bagging.....	21
Gambar 2.15 Proses Pultrusion	22
Gambar 2.16 Proses Resin Transfer Moulding	22
Gambar 2.17 Formasi silinder kompressor.....	23
Gambar 2.18 Kompresor torak	23
Gambar 2.19 Siklus operasi kompressor	24
Gambar 2.20 Kompresor sentrifugal.....	24
Gambar 2.21 Skema definisi proses pengelasan	25
Gambar 2.22 Bagan klasifikasi proses pengelasan.....	25
Gambar 2.23 Skema proses SMAW/MMAW.....	26
Gambar 2.24 Peralatan las oksi-asetilen.....	27
Gambar 2.25 Ilustrasi perpindahan panas aliran	28
Gambar 3.1 Diagram Alir Metode Penelitian.....	30
Gambar 3.2 Proses pembuatan produk	31

Gambar 3.3 Cokelat monggo.....	31
Gambar 3.4 Proses pressure forming.....	32
Gambar 3.5 Lembaran plastik PET (polyethylene terephthalate)	32
Gambar 3.7 Bagian-bagian Desain alat pressure forming.....	33
Gambar 3.6 Desain alat pressure forming	33
Gambar 3.8 Bentuk dari coklat monggo.....	34
Gambar 3.9 Dimensi cetakan.....	34
Gambar 3.10 Master cetakan	35
Gambar 3.11 Software ArtCam	35
Gambar 3.12 Relif coklat monggo.....	36
Gambar 3.13 Master cetakan yang sudah dituang resin	36
Gambar 3.14 Cetakan yang sudah di finishing.....	37
Gambar 3.15 Cetakan	37
Gambar 3.16 Lubang saluran udara keluar pada cetakan.....	38
Gambar 4.1 Rangka bagian atas	40
Gambar 4.2 Rangka bagian bawah	41
Gambar 4.3 Element pemanas	42
Gambar 4.4 Sistem engsel sebelum diganti.....	42
Gambar 4.6 Kunci bagian depan.....	43
Gambar 4.5 Engsel serta kunci bagian belakang	43
Gambar 4.7 Element pemanas	44
Gambar 4.8 Katup untuk membuka dan menutup aliran udara dari kompresor .	44
Gambar 4.9 Tombol saklar on/off element pemanas.....	45
Gambar 4.10 Lubang untuk aliran keluarnya udara dari cetakan.....	45
Gambar 4.11 Penggabungan rangka atas dan bawah tampak belakang	46
Gambar 4.12 Penggabungan rangka atas dan bawah tampak depan	46
Gambar 4.13 Setelah di finishing	47
Gambar 4.14 Posisi tempat lembaran plastik	48
Gambar 4.15 Kertas packing	48
Gambar 4.16 Tombol saklar	49
Gambar 4.17 Lembaran (sheet) plastik sebelum di potong.....	50

Gambar 4.18 Lembaran (sheet) plastik sesudah dipotong.....	50
Gambar 4.19 Cetakan yang sudah di taruh pada rangka bawah.....	51
Gambar 4.20 Penempatan plastik.....	51
Gambar 4.21 Pengunci	52
Gambar 4.22 Proses pemanasan plastik	52
Gambar 4.23 Proses pressure	53
Gambar 4.24 Plastik yang mengalami tebal tipis karena kurangnya proses pemanasan.	54
Gambar 4.26 Plastik yang terbakar karena terlalu lama proses pemanasan.....	54
Gambar 4.27 Plastik yang mengkerut akibat kurangnya proses tekanan udara ...	55
Gambar 4.28 Cetakan	55
Gambar 4.29 Plastik yang sesuai dalam proses pemanasan dan tekanan udara...	56
Gambar 4.30 Sudut-sudut pada plastik yang tidak menempel pada cetakan	57
Gambar 4.31 Kebocoran pada sela-sela rangka atas dan rangka bawah	57



Bab 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam era globalisasi, persaingan dalam pasar semakin tajam, Salah satu usaha yang dapat ditempuh untuk menghadapi persaingan tersebut adalah kemasan makanan. Perusahaan – perusahaan besar di luar negeri mampu membuat *plastik tray machine*. Sedangkan perusahaan – perusahaan besar di Indonesia hanya sebagai importir. Hal ini mengakibatkan kurangnya lapangan pekerjaan bagi industri kecil.

Daya tarik produk tidak dapat terlepas dari kemasannya. Kemasan merupakan pemicu karena langsung berhadapan dengan konsumen. Karena itu kemasan harus dapat mempengaruhi konsumen untuk memberikan respon positif, dalam hal ini membeli produk karena tujuan akhir dari pengemasan adalah untuk menciptakan penjualan.

Sehubungan dengan hal tersebut maka dicoba untuk merancang plastik kemasan (*plastik tray*) yang sesuai dengan bentuk dan ukuran yang akhirnya dapat ditawarkan pada masyarakat pelaku industri. Dalam hal ini metode yang digunakan adalah *thermoforming* atau pembentukan plastik dengan cara pemanasan.

Proses pembuatan kemasan dimulai dengan proses pemanasan plastik dalam bentuk lembaran hingga menjadi lunak. Kemudian di beri tekanan atau *pressure* sehingga plastik tadi dapat mengikuti bentuk cetakannya. Setelah diberi tekanan, plastik itu mengalami proses pendinginan supaya bentuknya tidak berubah, jadi tetap kaku sesuai bentuk cetakan tersebut, lalu plastik di lepas dari cetakannya.

Pembuatan plastik tray ini dirancang dengan biaya yang rendah, agar terjangkau oleh industri kecil dalam membuka lapangan kerja di bidang pencetakan plastik yang aman bagi makanan.

1.2 Rumusan Masalah

Dari permasalahan tersebut maka perlu dicari jalan keluar bagaimana merancang mekanisme untuk membuat plastik kemasan (*plastik tray*) sehingga sesuai untuk industri kecil.

1.3 Batasan Masalah

Pembatasan masalah dalam penelitian ini agar ruang lingkup pembahasan menjadi jelas dan tidak meluas ke hal-hal yang tidak diinginkan. Pembatasan masalah dalam penelitian ini meliputi hal-hal sebagai berikut :

- Design alat dengan metode *pressure forming* ini menggunakan *software* Autodesk Inventor 2008.
- Pembuatan master cetakan *plastik tray* menggunakan akrilik dan resin sebagai bahan cor.
- Proses pencetakan untuk membuat kemasan menggunakan metode *pressure forming*.
- Tekanan udara dan distribusi panas yang diberikan tersebar merata yaitu pada tekanan 280 kpa dan suhu $\pm 110^{\circ}\text{C}$.
- Analisis tentang panas dan tekanan tidak dibahas.
- Plastik yang digunakan adalah lembaran plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET) dengan ketebalan 0.3 mm.

1.4 Tujuan Tugas Akhir

1. Dapat membuat model kemasan dengan pembentukan plastik (*plastik tray*) dengan metode *pressure forming* untuk kemasan makanan.
2. Memperoleh bentuk model produk dan cetakan, serta alat pembuat kemasan dengan metode *pressure forming*.

1.5 Manfaat Tugas akhir

1. Dengan *plastik tray* sebagai alternatif kemasan makanan dengan metode *pressure forming* ini diharapkan dapat membantu industri khususnya pada industri kecil untuk mengembangkan produk dengan mudah dan biaya yang murah.
2. Dapat memberikan suatu pemikiran baru (inovasi) dalam desain kemasan makanan yang memungkinkan untuk kerja sama dengan perusahaan .
3. Dapat menerapkan ilmu yang didapatkan dari bangku kuliah sehingga bersifat aplikatif.
4. Dapat mengaplikasikan secara optimal kegunaan dari *software* CAD khususnya *software* Inventor.

1.6 Sistematika Penelitian

Sistematika penulisan yang disajikan dalam laporan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut, pada bab 1 berupa pendahuluan, bab ini meliputi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan perancangan, dan sistematika penulisan. Kemudian pada bab 2 meliputi dasar teori yang mendukung pelaksanaan tugas akhir ini. Bab 3 mengenai metode penelitian, bab ini berisikan tentang tahapan-tahapan dalam pelaksanaan tugas akhir. Dalam bab 4 berisi tentang lanjutan bab berikutnya dimana hasil perancangan dan percobaan akan dibahas dan dianalisis. Sedangkan pada bab 5 yang merupakan penutup, akan dipaparkan beberapa kesimpulan dan saran mengenai penelitian yang telah dilakukan.

Bab 2

LANDASAN TEORI

2.1 Teori Kemasan

Kemasan dapat didefinisikan sebagai seluruh kegiatan merancang dan memproduksi wadah atau bungkus atau kemasan suatu produk. Kemasan meliputi tiga hal, yaitu merek, kemasan itu sendiri dan label. Ada tiga alasan utama untuk melakukan pembungkusan, yaitu:

1. Kemasan memenuhi syarat keamanan dan kemanfaatan. Kemasan melindungi produk dalam perjalanannya dari produsen ke konsumen. Produk-produk yang dikemas biasanya lebih bersih, menarik dan tahan terhadap kerusakan yang disebabkan oleh cuaca.
2. Kemasan dapat melaksanakan program pemasaran. Melalui kemasan identifikasi produk menjadi lebih efektif dan dengan sendirinya mencegah pertukaran oleh produk pesaing. Kemasan merupakan satu-satunya cara perusahaan membedakan produknya.
3. Kemasan merupakan suatu cara untuk meningkatkan laba perusahaan. Oleh karena itu perusahaan harus membuat kemasan semenarik mungkin. Dengan kemasan yang sangat menarik diharapkan dapat memikat dan menarik perhatian konsumen. Selain itu, kemasan juga dapat mengurangi kemungkinan kerusakan barang dan kemudahan dalam pengiriman.

(<http://puslit.petra.ac.id/journals/design>)

2.1.1 Fungsi Kemasan

Hermawan Kartajaya, seorang pakar di bidang pemasaran mengatakan bahwa teknologi telah membuat *packaging* berubah fungsi, dulu orang bilang “*Packaging protects what it sells* (Kemasan melindungi apa yang dijual).” Sekarang, “*Packaging sells what it protects* (Kemasan menjual apa yang dilindungi).” (Hermawan Kartajaya (1996), Marketing Plus 2000 Siasat

Memenangkan Persaingan Global. Dengan kata lain, kemasan bukan lagi sebagai pelindung atau wadah tetapi harus dapat menjual produk yang dikemasnya.

Sebuah kemasan harus mempunyai daya tarik. Daya tarik pada kemasan dapat digolongkan menjadi dua, yaitu daya tarik visual (estetika) dan daya tarik praktis (fungsional). (Christine S. Cenadi, 1998).

1. Daya tarik visual (estetika)

Daya tarik visual mengacu pada penampilan kemasan yang mencakup unsur-unsur grafis yang telah disebutkan di atas. Semua unsur grafis tersebut dikombinasikan untuk menciptakan suatu kesan untuk memberikan daya tarik visual secara optimal. Daya tarik visual sendiri berhubungan dengan faktor emosi dan psikologis yang terletak pada bawah sadar manusia. Sebuah desain yang baik harus mampu mempengaruhi konsumen untuk memberikan respons positif tanpa disadarinya. Sering terjadi konsumen membeli suatu produk yang sebenarnya tidak lebih baik dari produk lainnya walaupun harganya lebih mahal.

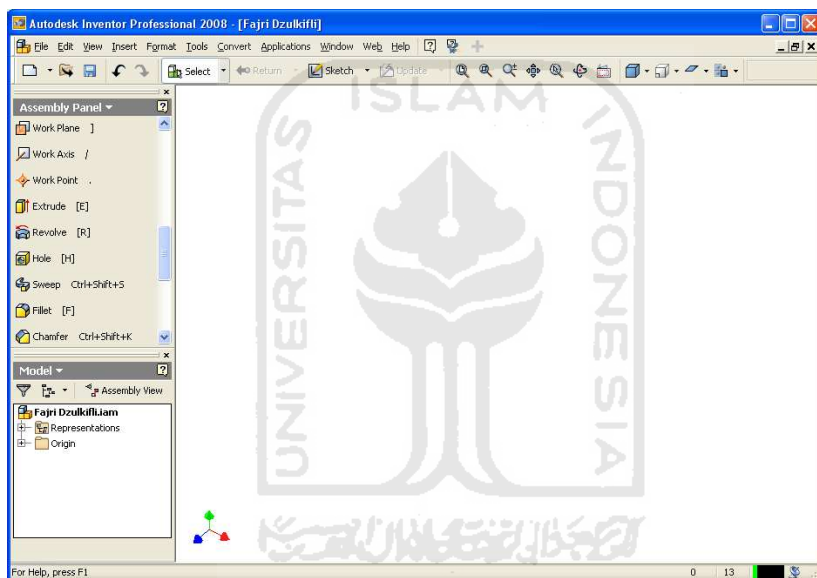
2. Daya tarik praktis (fungsional)

Daya tarik praktis merupakan keefektifan dan efisiensi suatu kemasan yang ditujukan kepada konsumen maupun distributor. Misalnya, untuk kemudahan penyimpanan atau pematangan produk. Beberapa daya tarik praktis lainnya yang perlu dipertimbangkan antara lain :

- a. Dapat melindungi produk
- b. Mudah dibuka atau ditutup kembali untuk disimpan
- c. Porsi yang sesuai untuk produk makanan/minuman
- d. Dapat digunakan kembali
- e. Mudah dibawa, dijinjing atau dipegang
- f. Memudahkan pemakai untuk menghabiskan isinya dan mengisi kembali dengan jenis produk yang dapat diisi ulang (*refill*).

2.2 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 2.1 di bawah ini adalah tampilan dari Autodesk Inventor 2008.



Gambar 2.1 Tampilan Autodesk Inventor 2008

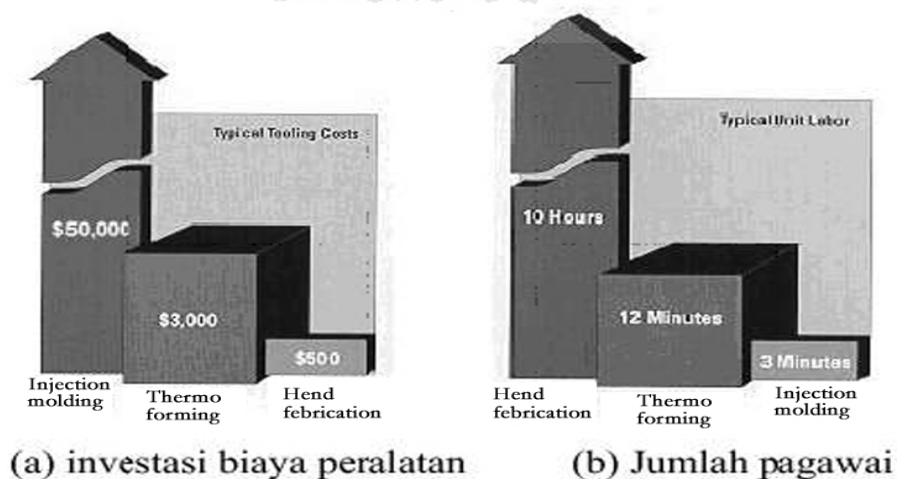
Inventor dilengkapi dengan kemampuan untuk dapat menyimpan file dalam beberapa format internasional seperti IGES, STP, DWG, dan lain-lain. Sehingga pemodelan yang sebelumnya telah dikerjakan di *software* lain, bisa dikerjakan lebih lanjut di inventor ini, begitupun sebaliknya.

Autodesk Inventor juga merupakan *software* CAE (*Computer Aided Engineering*) karena dilengkapi dengan fasilitas *Stress Analysis* untuk menghitung *finite element*. Untuk membuat simulasi dengan dengan *properties* yang sama dengan kondisi sebenarnya, dapat digunakan fasilitas *Dynamic Simulation*. (Autodesk., Inc, 2008)

2.3 Thermoforming

Thermoforming adalah proses pembentukan dimana lembar plastik yang telah mengalami pemanasan akan berubah struktur akan menjadi lunak dan lentur yang kemudian dikenai proses *pressure* atau *vacuum* yang sesuai dengan bentuk cetaknya (Crawford, 1987). Karena ketersediaan bahan plastik yang masih banyak maka pembuatan kemasan plastik ini masih sangat memungkinkan untuk diproduksi. Selain itu faktor pengemasan adalah suatu yang sangat menentukan produk laku di pasaran. Sehingga dapat disimpulkan bahwa keuntungan besar dapat dicapai dengan proses ini.

Dalam pemilihan proses pembentukan plastik ini digunakan metode *thermoforming*. Gambar 2.2 (a) dan 2.2 (b) merupakan perbandingan antara beberapa metode proses pembentukan, berdasarkan investasi biaya peralatan dan jumlah pegawai. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa, dengan menggunakan metode *injection molding*, tenaga kerja yang dibutuhkan sedikit (*low labor*) tetapi biaya investasi peralatan sangatlah besar (*high tooling investment*). Sedangkan dengan metode pengelasan tangan (*hand fabrication*), tenaga kerja yang dibutuhkan banyak (*high labor*) tetapi investasi peralatan rendah (*low tooling investment*). Namun dengan menggunakan metode *thermoforming* akan rendah kedua-duanya.



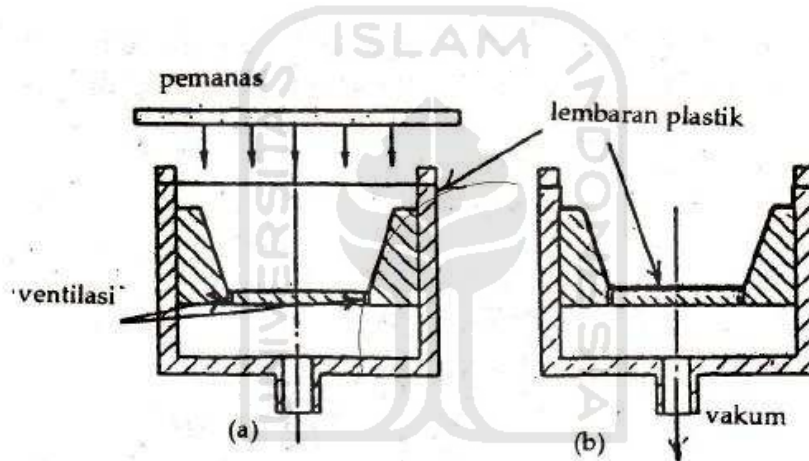
Gambar 2.2 Plastik part cost vary by fabrication process

Thermoforming sungguh sangat luwes dan amat ekonomis bila yang dikehendaki adalah barang-barang besar berdinding relatif tipis. Peralatan teknik ini lebih mudah dibandingkan teknik lain.

Ada dua cara pokok *thermoforming* yaitu *vacuum forming* dan *pressure forming*.

1. *Vacuum forming*

Bahan *thermoplastik* berupa lembaran dipanaskan lalu dibentuk dengan mengurangi tekanan udara, di antaranya dengan cetakan. Seperti pada gambar 2.3. Lembaran setebal 0,025 sampai 6,5 mm. Pemanas didekatkan sampai plastik melunak lalu pemanas dijauhkan, dilakukan vakum. Bila lembaran agak tebal pemanasan dari dua sisi. Berbagai variasi alat dipergunakan.



Gambar 2.3 Proses *vacuum forming*.

(Sumber: A. J. Hartomo, 1993)

Salah satu daya tarik *vacuum forming* ialah tidak diperlukannya tekanan tinggi sehingga cetakan tidak perlu kuat. Berbagai bahan dapat dimanfaatkan (kayu, termoset, dan lain-lain) atau dapat pula dari logam (aluminium). Aluminium mudah dibentuk daya hantar panas baik, mudah dipoles, serta awet.

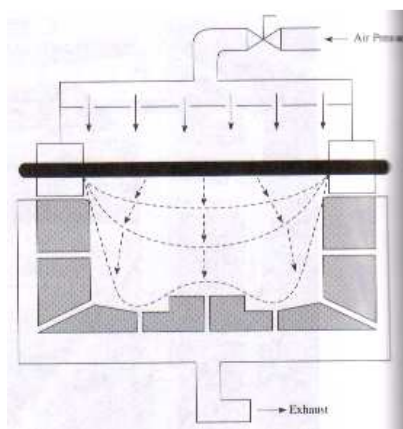


Gambar 2.4 Contoh produk dari proses vacuum forming

<http://tray.blogdetik.com/thermoforming/>

2. *Pressure forming*

Proses ini serupa dengan yang vakum, bukan di bawah lembaran melainkan lembar plastik yang dipanaskan pada cetakan diberikan tekanan udara dibagian atas lembaran (sampai 2 MPa). Seperti pada gambar 2.5. Keuntungan dari proses ini adalah dengan tekanan yang tinggi dapat dengan mudah membentuk lembaran plastik sesuai dengan yang diinginkan. Sistem ini diilustrasikan pada gambar 2.5, pada gambar tersebut dimulai dengan meletakkan plastik di atas cetakan, kemudian plastik tersebut dijepit, setelah dijepit kemudian dipanaskan, setelah plastik mencapai luluh dihembuskan angin bertekanan dari bagian atas sehingga plastik menempel cetakan.



Gambar 2.5 Proses Pressure forming

(Sumber: A. J. Hartomo, 1993)



Gambar 2.6 Hasil dari proses pressure forming

<http://tray.blogdetik.com/thermoforming/>

2.4 Sheet

Sheet adalah bahan yang digunakan untuk pembuatan tray dalam proses vacuum forming, pressure forming dan thermoforming. Bahan tersebut berbentuk lembaran. Sheet yang biasa dipakai berupa sheet *polyvinyl Chloride* (PVC) , *Polystyrene* (PS), *Polypropylene*, *polyethelene Terephthalate* (PET) & *Acrilownitriil Butadiena Styrene* (ABS)



Gambar 2.7 Sheet polyethelene terephthalate (PET)

2.5 Plastik

Plastik adalah polimer, rantai panjang atom yang mengikat satu sama lain. Rantai ini membentuk banyak unit molekul berulang, atau monomer. Plastik yang umum terdiri dari polimer karbon saja atau dengan oksigen, nitrogen, chlorine. 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*. Digabungkan dengan kemampuan adaptasinya, komposisi yang umum dan beratnya yang ringan memastikan plastik digunakan hampir di seluruh bidang industri.

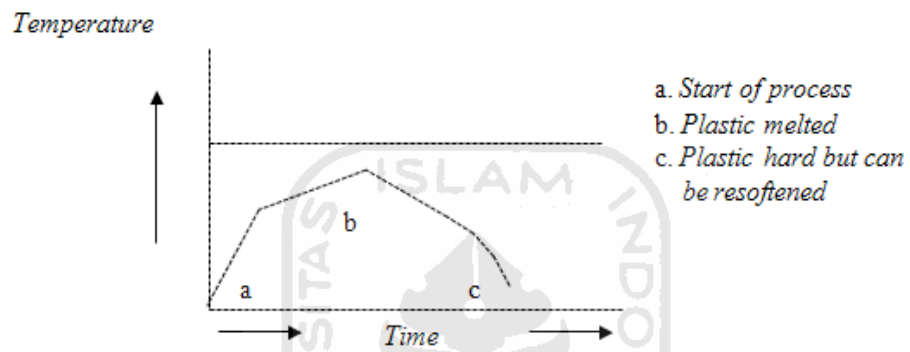
Secara garis besar plastik dapat dikelompokkan menjadi dua golongan yaitu plastik *Thermoplastik* dan plastik *Thermoset*. Plastik *Thermoplastik* adalah plastik yang dapat dicetak berulang-ulang dengan adanya panas. (lihat grafik 2.1).

Thermoplastik yang terdiri dari beberapa jenis sebagai berikut :

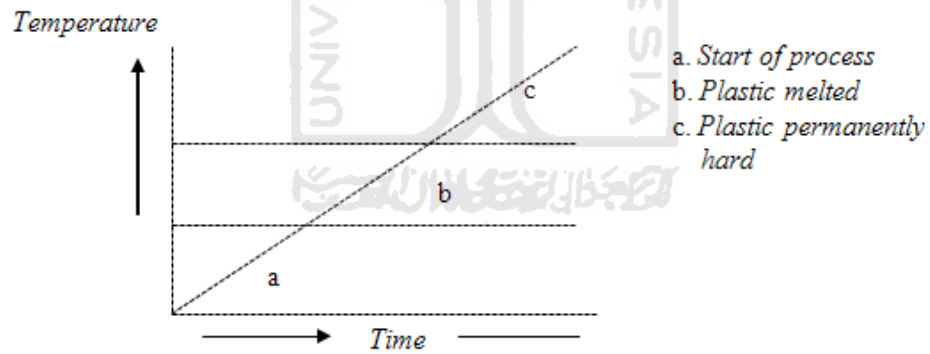
- *Polyethylene* (PE)
- *Polypropylene* (PP)
- *Polystyrene* (PS)
- *Impact Polystyrene* (IPS)
- *Styren / Acrylonitrile copolymer* (SAN)
- *Polyvinyl chloride* (PVC)
- *Polyvinylidene Chloride* (PVDC)
- *Polymethyl methacrylate* (PMMA)
- *Acrylonitrile Butadiene and Styrenemonomers* (ABS)
- *Polyethylene Terephthalate* (PET)

Sedangkan palstik *Thermoset* adalah plastik yang apabila telah mengalami kondisi tertentu tidak dapat dicetak kembali. *Thermoset* umumnya memiliki daya kestabilan tinggi dibanding dengan *Thermoplastik* tetapi mudah rusak. (lihat grafik 2.2). Jenis dari *Thermoset* adalah sebagai berikut :

- *Phenol-formaldehyde*
- *Amino resins*
- *Polyesters*
- *Epoxy*
- *Polyimides*
- *Polyurethanes*
- *Silicones*



Grafik 2-1 Plastik Thermoplastik



Grafik 2-2 Plastik Thermoset

2.5.1 Polypropylene (PP)

Polypropylene merupakan polimer kristalin yang dihasilkan dari proses polimerisasi gas propilena. Propilena mempunyai berat jenis lebih rendah dibandingkan dengan jenis plastik lain.

Tabel 2-1 Perbandingan berat jenis dari berbagai material plastik.

plastik	Berat Jenis kg/m^3
PP	0,85-0,90
LDPE	0,91-0,93
HDPE	0,93-0,96
Polistirena	1,05-1,08
ABS	0,99-1,10
PVC	1,15-1,65
Asetil Selulosa	1,23-1,34
Nylon	1,09-1,14
Poli Karbonat	1,20
Poli Asetat	1,38

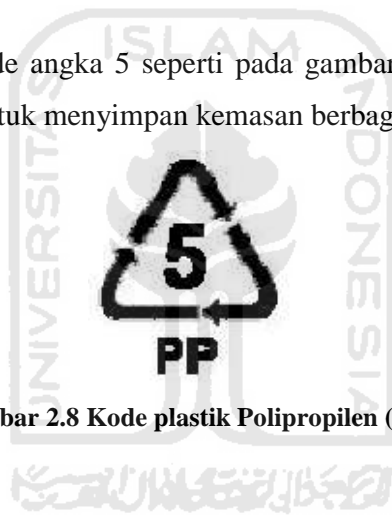
Tabel 2-2 Temperature Leleh Proses Thermoplastik

Processing Temperature Rate	
Material	°C
ABS	180 - 240
Acetal	185 - 225
Acrylic	180 - 250
Nylon	260 - 290
Poly Carbonat	280 - 310
LDPE	160 - 240
HDPE	200 - 280
PP	200 - 300
PS	180 - 260
PVC	160 - 180

Polypropylene mempunyai titik leleh yang cukup tinggi (190 - 200°C), sedangkan titik kristalisasinya antara 130 – 135°C. *Polypropylene* mempunyai ketahanan terhadap bahan kimia (hemical Resistance) yang tinggi, tetapi ketahanan pukul (impact strength) nya rendah.

PP (*polypropylene*) adalah pilihan terbaik untuk bahan plastik, terutama untuk yang berhubungan dengan makanan dan minuman seperti tempat menyimpan makanan, botol minum dan terpenting botol minum untuk bayi.

- Karakteristik botol ini yaitu: transparan, tidak jernih atau berawan. *Polipropilen* lebih kuat dan ringan dengan daya tembus uap yang rendah, ketahanan yang baik terhadap lemak, stabil terhadap suhu tinggi dan cukup mengkilap
- Carilah dengan kode angka 5 seperti pada gambar 2.8 bila membeli barang berbahan plastik untuk menyimpan kemasan berbagai makanan dan minuman.



Gambar 2.8 Kode plastik Polipropilen (PP)

2.5.2 *Polistirene* (PS)

Polistirene adalah hasil polimerisasi dari monomer-monomer stirena, dimana monomer stirena-nya didapat dari hasil proses dehidrogenisasi dari etil benzene (dengan bantuan katalis), sedangkan etil benzene-nya sendiri merupakan hasil reaksi antara etilena dengan benzene (dengan bantuan katalis).

Sifat-sifat umum dari poli stirena :

1. Sifat mekanis

Sifat-sifat mekanis yang menonjol dari bahan ini adalah kaku, keras, mempunyai bunyi seperti metallic bila dijatuhkan.

2. Ketahanan terhadap bahan kimia

Ketahanan PS terhadap bahan-bahan kimia umumnya tidak sebaik ketahanan yang dipunyai oleh PP atau PE. PS larut dalam eter, hidrokarbon

aromatic dan chlorinated hydrocarbon. PS juga mempunyai daya serap air yang rendah, dibawah 0,25 %.

3. Abrasion resistance

PS mempunyai kekuatan permukaan relative lebih keras dibandingkan dengan jenis termoplastik yang lain. Meskipun demikian, bahan ini mudah tergores.

4. Transparansi

Sifat optis dari PS adalah mempunyai derajat transparansi yang tinggi. Disamping itu dapat memberikan kilauan yang baik yang tidak dipunyai oleh jenis plastik lain.

5. Sifat elektrik

Karena mempunyai sifat daya serap air yang rendah maka PS digunakan untuk keperluan alat-alat listrik. PS foil digunakan untuk spacers, slot liners dan covering dari kapasitor, koil dan keperluan radar.

6. Ketahanan panas

Suhu maksimum yang boleh dikenakan dalam pemakaian adalah 75°C. Disamping itu, PS mempunyai sifat konduktifitas panas yang rendah.

PS dibuat dalam berbagai grade yang dapat digunakan untuk membuat produk jadi. Pemilihan grade sangat penting dan disesuaikan dengan produk jadinya. Grade-grade PS yang umum dipakai adalah: general purpose, light stabilized, heat resistance, Impact grade. Polistirena dapat diproses dengan cara pengolahan yang umum digunakan untuk PP atau PE, yaitu: cetak injeksi, extrusion, *thermoforming*. Carilah dengan kode angka 6 seperti pada gambar 2.9 bila membeli barang berbahan plastic *Polistirene*.



Gambar 2.9 Kode plastik Polistirene (ps)

2.5.3 *Polyvinyl Chloride (PVC)*

Polyvinyl chloride (PVC) merupakan hasil polimerisasi monomer vinil klorida dengan bantuan katalis. Pemilihan katalis tergantung pada jenis proses polimerisasi yang digunakan. Adapun kode dari plastik *Polyvinyl chloride (PVC)* dapat dilihat gambar 2.10. Untuk mendapatkan produk-produk dari PVC digunakan beberapa proses pengolahan yaitu :

1. Calendering

Produk akhir : sheet, film, leather cloth dan floor covering.

2. Ekstrusi

Merupakan cara pengolahan PVC yang banyak digunakan karena dengan proses ini dapat dihasilkan bermacam-macam produk. 'Extruder head' dapat diganti dengan bermacam bentuk untuk menghasilkan :

- pipa, tube, building profile, sheet, floor covering dan monofilament.
- Isolasi kabel listrik dan telepon.
- Barang berongga dan blown film.

3. Cetak injeksi

Produk yang diperoleh adalah :

- sol sepatu, sepatu, sepatu boot
- container, sleeve (penguat leher baju), valve.
- Fitting, electrical and engineering parts.



Gambar 2.10 kode plastik Polyvinyl chloride (PVC)

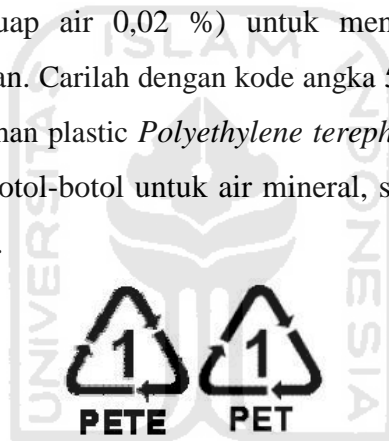
2.5.4 *Polyethelene Perephthalate (PET)*

Polyethylene terephthalate yang sering disebut PET dibuat dari glikol (EG) dan terephthalic acid (TPA) atau dimetyl ester atau asam terephthalat (DMT) Sifat-sifat PET : PET merupakan keluarga polyester seperti halnya PC. Polymer PET

dapat diberi penguat fiber glass, atau filler mineral. PET film bersifat jernih, kuat, liat, dimensinya stabil, tahan nyala api, tidak beracun, permeabilitas terhadap gas, aroma maupun air rendah.

PET engineer resin mempunyai kombinasi sifat-sifat: kekuatan (strength)-nyatinggi, kaku (stiffness), dimensinya stabil, tahan bahan kimia dan panas, serta mempunyai sifat elektrik yang baik. PET memiliki daya serap uap air yang rendah, demikian juga daya serap terhadap air.

PET dapat diproses dengan proses ekstrusi pada suhu tinggi 200-300°C, selain itu juga dapat diproses dengan tehnik cetak injeksi maupun cetak tiup (pressure). Sebelum dicetak sebaiknya resin PET dikeringkan lebih dahulu (maksimum kandungan uap air 0,02 %) untuk mencegah terjadinya proses hidrolisa selama pencetakan. Carilah dengan kode angka 5 seperti pada gambar 2.11 bila membeli barang berbahan plastic *Polyethylene terephthalate*. Penggunaan PET sangat luas antara lain : botol-botol untuk air mineral, soft drink, kemasan sirup, saus, selai, minyak makan.



Gambar 2.11 Kode plastik Polyethylene Terephthalate (PET)

2.5.5 Bahan Plastik yang Aman

Sebelum membeli makanan atau minuman, masyarakat seharusnya memilih kemasan plastik yang aman digunakan. Untuk mengetahui bahan plastik yang aman digunakan, lihatlah nomor-nomor yang tertera pada kemasan.

Nomor itu biasanya berada di dalam segitiga tanda panah melingkar dibagian bawah kemasan. Setiap nomor menunjukkan bahan yang digunakan.

Nomor 1: *Polyethylene terephthalate* (PTE atau PETE), biasa digunakan mengemas air minum, minuman ringan berkarbonasi, jus buah-buahan, minyak goreng, saus, jeli, selai.

Nomor 2: *High density polyethylene* (HDPE), biasa digunakan untuk mengemas susu, yogurt, & botol galon air minum.

Nomor 4: *Low density polyethylene* (LDPE), biasa digunakan sebagai plastik kemasan rapat (cling wrap), pengemas roti, makanan beku dan botol plastik yang dapat ditekan.

Nomor 5: *Polypropylene* (PP), biasa digunakan untuk mengemas sup, saus tomat dan margarin.

Diantara jenis plastik tersebut yang relatif paling aman dan telah mengalami uji dan evaluasi badan pengawasan obat dan makanan Amerika Serikat (FDA) adalah PET (nomor 1).

Jadi, bila botol air minum bertanda nomor 1, berarti terbuat dari PET & plastik itu aman untuk kemasan makanan atau bersifat food grade.

Menurut Dosen Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan IPB Dr. Yadi Haryadi, Msc., Sebenarnya penggunaan botol plastik, khususnya botol plastik PET, secara berulang-ulang tidak menjadi masalah. Syaratnya, setiap akan dipakai atau diisi ulang, botol-botol tersebut harus dicuci bersih memakai sabun dan dikeringkan dahulu.

2.5.6 Bahan Plastik Yang Tidak Aman

Berikut adalah jenis plastik yang penggunaannya tidak diperbolehkan untuk bahan pangan karena mengandung bahan berbahaya yang dapat berpindah ke makanan.

Nomor 3: *Polyvinyl chloride* (PVC atau disebut vinil). Plastik ini sering dibuat cling wrap. Sering juga dipakai untuk wadah kue kering atau coklat. Ada juga botol plastik yang dapat ditekan (untuk pengeluaran bahan) terbuat dari PVC.

Nomor 6: *Polystyrene* (PS), sangat dikenal konsumen dlm bentuk kemasan stereofom seperti yang digunakan untuk mengemas buah & sayuran di toko-toko swalayan.

Nomor 7: Jenis plastik lainnya, terutama *polycarbonate*. Plastik ini mengandung bisphenol-A yang berbahaya dan dapat bermigrasi. Plastik ini tahan suhu tinggi. Ada yang digunakan sebagai botol susu bayi dan alat-alat makan (sendok, garpu, pisau). (<http://learntheworld.wordpress.com/2008/07/07/bahan-plastik-dan-kesehatan/>)

2.6 Cetakan

Cetakan adalah suatu benda yang membuat produk dengan cara dicetak agar proses pembuatan produk bisa dipercepat sehingga waktu yang dibutuhkan menjadi lebih cepat, disamping itu juga dengan menggunakan cetakan dapat dibuat produk yang sama dalam jumlah banyak dan dimensinya sama persis. (Daryanto, 1999).

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

2.6.1 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*. Hanya dalam tugas akhir ini yang akan dibahas adalah mengenai pembuatan cetakan yang terbuat dari resin untuk proses *pressure forming*.

2.6.2 Teknik pembuatan cetakan komposit

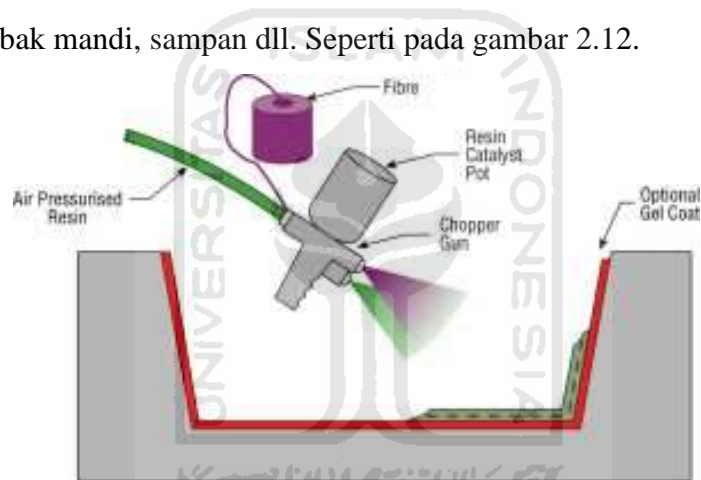
Komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material, dimana sifat mekanik dari material pembentuknya berbeda-beda. Dikarenakan karakteristik penyusunnya berbeda-beda, maka akan dihasilkan material baru yang mempunyai sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material-material pembentuknya. Komposit tersusun dari dua jenis material yang berbeda, yaitu:

1. Penguat (*reinforcement*), yang mempunyai sifat kurang mudah dibentuk (*ductile*) tetapi lebih kokoh (*rigid*) serta lebih kuat.
2. Matriks, umumnya lebih mudah dibentuk (*ductile*) tetapi mempunyai kekuatan dan tingkat rigiditas yang lebih rendah.

Sifat akhir dari material komposit tidak hanya ditentukan dari sifat-sifat resin maupun serat, akan tetapi bagaimana kemudian material komposit tersebut diproses menjadi suatu komponen produk, juga menentukan sifat dan karakteristik dari produk tersebut. Berikut adalah beberapa metode dalam pembuatan produk menggunakan material komposit :

1. Pencetakan Semprot (*spray lay-Up*)

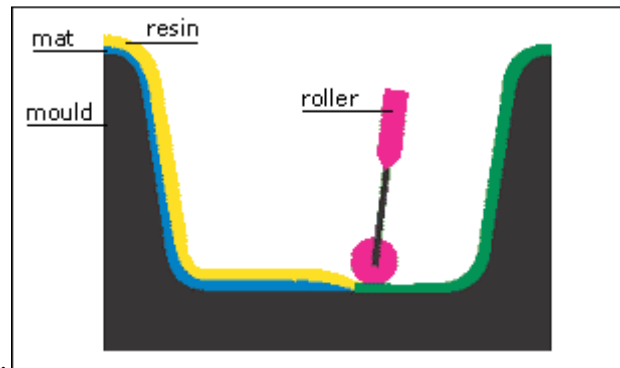
Proses pencetakan semprot adalah sebagai berikut : Memotong serat (*fiber*) yang akan digunakan sebagai penguat, kemudian diumpungkan kedalam penyemprot resin berkatalis secara langsung pada permukaan cetakan. Membiarkannya mengeras pada kondisi atmosfer standar. Aplikasi: panel-panel, bodi karavan, bak mandi, sampan dll. Seperti pada gambar 2.12.



Gambar 2.12 Proses Spray Lay-Up

2. Pencetakan Tangan (*hand Lay-Up*)

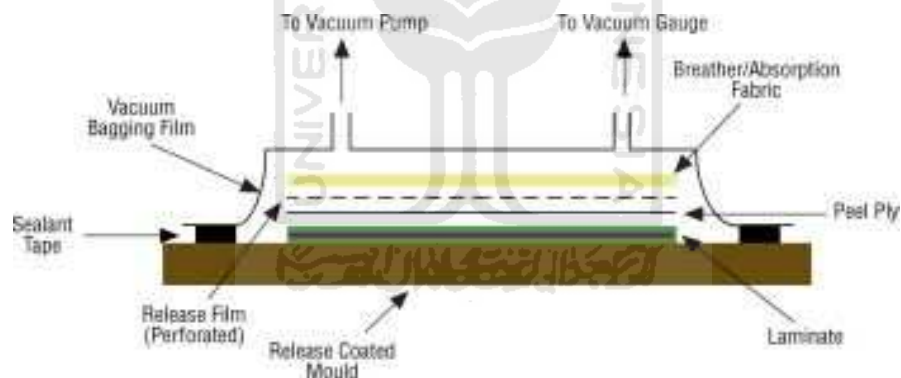
Prosesnya ialah : Menuang resin dengan tangan kedalam serat berbentuk anyaman, rajuan atau kain, kemudian memberi tekanan sekaligus meratakannya menggunakan rol atau kuas. Proses tersebut di lakukan berulang-ulang hingga ketebalan yang diinginkan tercapai. Membiarkannya mengeras pada kondisi atmosfer standar. Aplikasi : pembuatan kapal, bodi kendaraan, bilah turbin angin dan lain sebagainya. Seperti pada gambar 2.13.



Gambar 2.13 Proses Hand Lay-Up

3. Pengemasan Vakum (*vacuum bagging*)

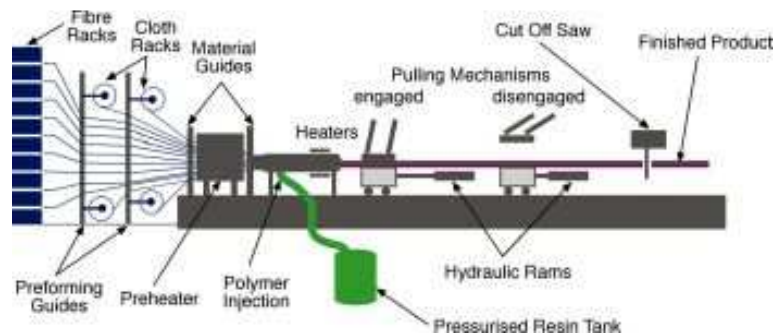
Prosesnya sebagai berikut : Dengan menutupi lapisan pencetakan basah dengan film plastik. Udara dibawah kemasan dikeluarkan dengan pompa vakum bertekanan satu atmosfer. Aplikasi : pembuatan kapal pesiar, komponen mobil balap dan lain sebagainya. Seperti pada gambar 2.14.



Gambar 2.14 Proses Vacuum Bagging

4. *Pultrusion*

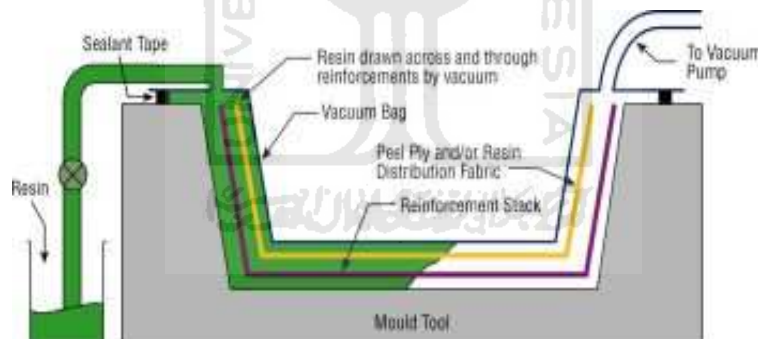
Prosesnya adalah sebagai berikut : Penarikan serat dari suatu jaring (*creel*) melalui bak resin, kemudian dilewatkan pada cetakan yang telah dipanaskan. Fungsi dari cetakan tersebut ialah mengontrol kandungan resin, melengkapi pengisian serat, dan mengeraskan bahan menjadi bentuk akhir setelah melewati cetakan. Aplikasi : Batang digunakan pada struktur atap, jembatan dan lain sebagainya. Seperti pada gambar 2.15.



Gambar 2.15 Proses Pultrusion

5. Cetakan Pemandar Resin (*Resin Transfer moulding*)

Proses ini memerlukan penyesuaian dalam pencetakan, caranya serat penguat dipotong dan dibentuk sedemikian rupa sesuai dengan bentuk yang diinginkan kedalam cetakan. Cetakan ditutup lalu resin dan katalis disemprotkan melalui pompa kedalamnya. Ketika cetakan sudah terisi penuh dengan resin dan katalis pemompaan dihentikan, dan produk telah terbentuk. Aplikasi : komponen kendaraan dan pesawat terbang. Seperti pada gambar 2.16.



Gambar 2.16 Proses Resin Transfer Moulding

2.7 Kompresor

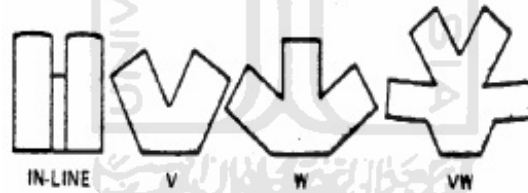
Kompresor adalah peralatan mekanik yang digunakan untuk memberikan energi kepada fluida gas/udara, sehingga gas/udara dapat mengalir dari suatu tempat ke tempat lain secara kontinyu. Penambahan energi ini bisa terjadi karena adanya gerakan mekanik, dengan kata lain fungsi kompresor adalah mengubah energi mekanik (kerja) ke dalam energi tekanan (potensial) dan energi panas yang tidak berguna. (<http://182-teori-dasar-kompresor-sentrifugal.com>).

2.7.1 Jenis-jenis kompresor

1. Kompresor torak (*Reciprocating compressor*)

Sesuai dengan namanya, kompresor ini menggunakan torak atau piston yang diletakkan di dalam suatu tabung silinder. Piston dapat bergerak bebas turun naik untuk menimbulkan efek penurunan volume gas yang berada di bagian atas piston. Di bagian atas silinder diletakkan katub yang dapat membuka dan menutup karena mendapat tekanan dari gas. Jumlah silinder yang digunakan dapat berupa silinder tunggal misalnya yang banyak diterapkan pada unit domestik dan dapat berupa multi silinder. Jumlah silinder dapat mencapai 16 buah silinder yang diterapkan pada unit komersial dan industrial. pada sistem multi silinder maka susunan silinder dapat diatur dalam 4 formasi, yaitu :

- a. Parallel
- b. Bentuk V
- c. Bentuk W
- d. Bentuk VW



Gambar 2.17 Formasi silinder kompresor

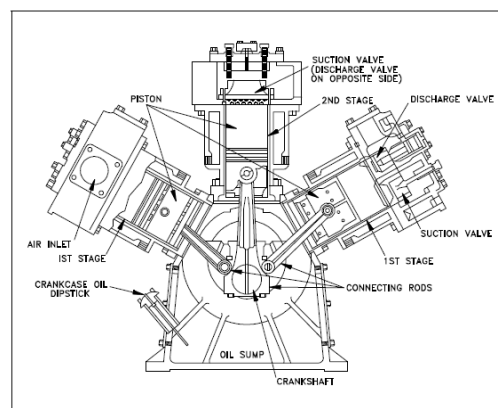
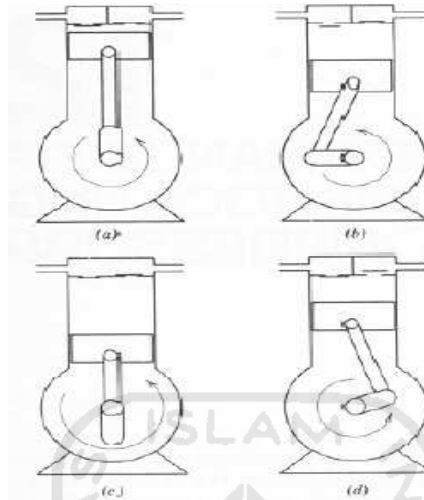


Figure 1 Reciprocating Air Compressor

Gambar 2.18 Kompresor torak

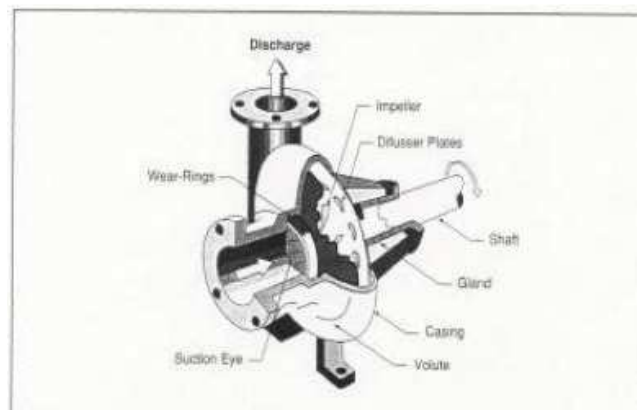
Gambar 2.19 memperlihatkan hubungan antara posisi piston (torak) dengan operasi katub-katub kompresor (katub hisap dan katub tekan).



Gambar 2.19 Siklus operasi kompresor

2. Kompresor sentrifugal (*Centrifugal kompresor*)

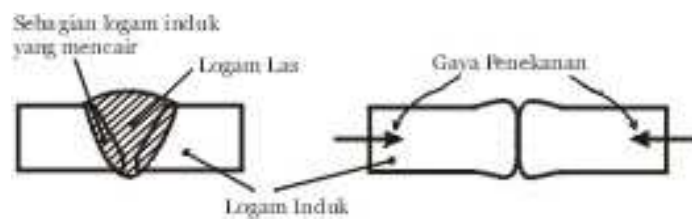
Kompresor sentrifugal adalah kompresor dengan tenaga putar untuk memindahkan fluida. Kompresor ini bersifat lebih linier dibanding dengan kompresor torak. Prinsip kerja kompresor ini yaitu melalui sudu-sudu yang berputar, fluida akan ditarik masuk ke dalam kompresor dan dengan adanya gaya sentrifugal dari sudu tersebut, fluida terlempar keluar dan ditampung pada rumah folut (*casing kompresor*) sehingga menghasilkan keluaran fluida yang bertekanan.



Gambar 2.20 Kompresor sentrifugal

2.8 Pengelasan

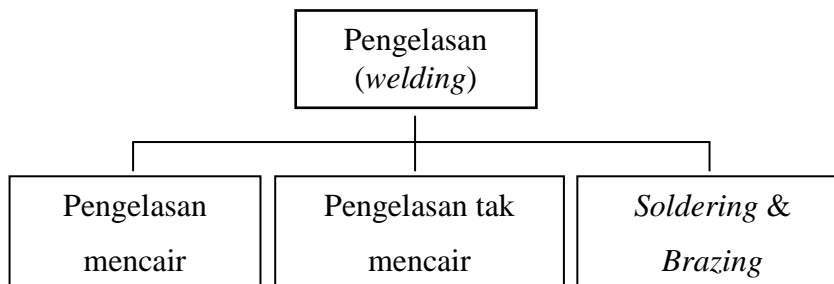
Pengelasan (*welding*) adalah salah satu teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa tekanan dan dengan atau tanpa logam tambahan dan menghasilkan sambungan yang kontinyu (Sonawan dan Suratman, 2003). Dari definisi di atas, proses pengelasan dapat dibuat skemanya seperti pada gambar 21.



Gambar 2.21 Skema definisi proses pengelasan
(Sumber: Sonawan dan Suratman, 2003)

Pengelasan merupakan salah satu bagian yang tak terpisahkan dari proses manufaktur. Pada prinsipnya menyambungkan dua atau lebih komponen, lebih tepat ditujukan untuk merakit (*assembly*) beberapa komponen menjadi suatu bentuk produk. Proses penyambungan lain yang telah dikenal lama selain pengelasan adalah penyambungan dengan cara *brazing* atau *soldering*. Perbedaannya dengan pengelasan adalah pada *brazing* dan *soldering* tidak sampai mencairkan logam induk, hanya logam pengisinya saja. Sedangkan perbedaan antara *brazing* dan *soldering* terletak pada titik cair logam pengisinya. Titik cair logam pengisi proses *brazing* berkisar antara 450°C – 900°C . Sedangkan untuk *soldering*, titik cair logam pengisinya kurang dari 450°C .

2.8.1 Jenis-Jenis Pengelasan



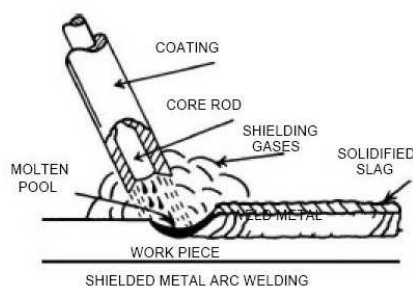
Gambar 2.22 Bagan klasifikasi proses pengelasan
(Sumber: Sonawan dan Suratman, 2003)

Dari bagan pada Gambar 2.22, dapat dilihat bahwa proses pengelasan dapat dibagi 3 bagian utama, yaitu pengelasan mencair (*fusion welding*), pengelasan tidak mencair (*solid state welding*), dan *soldering-brazing*. Dalam melaksanakan pengelasan, diperlukan alat untuk mencairkan logam atau alat untuk memanaskan dan menekankan kedua bagian logam yang akan disambungkan. Peralatan pencair atau pemanas logam dapat didasarkan pada penggunaan energi listrik, energi gas, atau energi mekanik.

a. SMAW (Shielded Metal Arc Welding)

Pengelasan busur listrik elektroda terbungkus (SMAW), saat ini juga dikenal dengan istilah MMAW (*Manual Metal Arc Welding*). Dalam pengelasan ini logam induk mengalami pencairan akibat pemanasan dari busur listrik yang timbul antara ujung elektroda dan permukaan benda kerja. Busur listrik yang ada dibangkitkan dari suatu mesin las. Elektroda yang dipakai berupa kawat yang dibungkus oleh pelindung berupa fluks dan karena itu elektroda las kadang-kadang disebut kawat las. Elektroda ini selama pengelasan akan mengalami pencairan bersama-sama dengan logam induk yang menjadi bagian kumpuh las. Dengan adanya pencairan ini maka kumpuh las akan terisi oleh logam cair yang berasal dari elektroda dan logam induk.

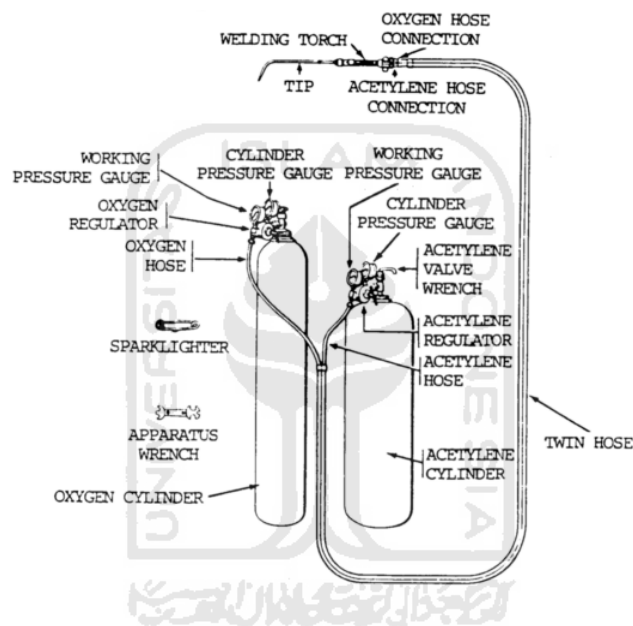
Selain mencairkan kawat las yang nantinya membeku menjadi logam las, busur listrik juga ikut mencairkan fluks. Karena massa jenisnya yang lebih kecil dari logam las maka fluks ini berada di atas logam las pada saat cair. Kemudian setelah membeku, fluks cair ini menjadi terak yang menutupi logam las.



**Gambar 2.23 Skema proses SMAW/MMAW
(Sumber: ESAB, 2000)**

b. Las Oksi-asetilen (Oxy-acetylene Welding)

Proses lain yang termasuk pengelasan mencair adalah las oksii-asetilen. Las oksii-asetilen ini lazim dikenal dengan istilah las karbit atau las gas. Dari namanya, proses ini memanfaatkan campuran gas Oksigen dan gas Asetilen untuk menghasilkan panas. Panas yang dihasilkan sebenarnya berasal dari nyala api yang keluar dari nosel las (*torch*). Nyala api ini dipakai untuk mencairkan logam induk dan logam pengisi selama pengelasan (Sonawan dan Suratman, 2003).



Gambar 2.24 Peralatan las oksii-asetilen

2.9 Tekanan Gas

Jika suatu gas menempati suatu bejana tertutup maka pada dinding bejana tersebut akan bekerja suatu gaya. Gaya persatuan luas disebut tekanan :

$$P = \frac{F}{A}$$

Dengan,

$$P = \text{Tekanan (kg/cm}^2\text{)}$$

$$F = \text{Gaya (kg)}$$

$$A = \text{Luas penampang bejana (cm}^2\text{)}$$

Menurut teori fisika, bahwa gas terdiri dari molekul-molekul tertentu yang bergerak terus menerus secara sembarangan. Karena gerakan tersebut maka dinding bejana akan mendapat benturan dari molekul-molekul tersebut yang mengakibatkan tekanan-tekanan pada dinding bejana.

2.10 Perpindahan panas

Panas yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar dan udara, yang berupa api (yang menyala) dan gas asap (tidak menyala) dapat dipindahkan (*transfer*) melalui tiga cara yaitu:

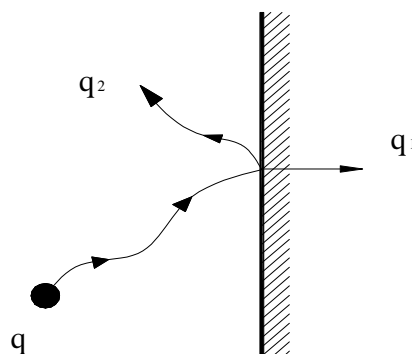
1. Pancaran (*Radiasi*)

Perpindahan panas secara *radiasi* atau pancaran adalah perpindahan panas antara satu benda ke benda yang lain dengan jalan gelombang-gelombang *elektromagnetis* tidak tergantung kepada ada atau tidaknya media atau zat yang menerima pancaran tersebut.

Perpindahan panas secara pancaran tidak dapat memanasi bidang yang akan dipanasi jika terhalang dari api yang memanasi.

2. Aliran (*Konveksi*)

Perpindahan panas secara aliran (*konveksi*) adalah perpindahan panas yang dilakukan oleh molekul-molekul suatu fluida. Molekul-molekul fluida tersebut dengan gerakannya membawa sejumlah panas masing-masing (q Joule). Pada saat molekul fluida tersebut menyentuh bidang yang dipanaskan sehingga panas sebagian (q_1 Joule) akan menyebar pada bidang tersebut. Selebihnya (q_2 Joule) akan terbawa pergi.



Gambar 2.25 Ilustrasi perpindahan panas aliran

3. Rambatan (*Konduksi*)

Perpindahan panas secara rambatan atau konduksi adalah perpindahan panas dari suatu bagian benda padat ke bagian lain dari benda padat karena adanya persinggungan fisik.

2.11 Prototipe

Prototipe didefinisikan sebagai tiruan dari produk yang berhubungan dengan satu atau lebih dimensi kepentingan (*Ulrich & Eppinger, 1992*). Dimensi kepentingan tersebut meliputi :

1. Fungsi produk
2. Penampilan produk
3. Manfaat produk, dan
4. Keamanan produk jika digunakan oleh konsumen

Prototipe yang baik adalah *prototype* yang memenuhi tujuan pembuatan suatu produk. berdasarkan sifatnya *prototype* dibagi menjadi dua yaitu :

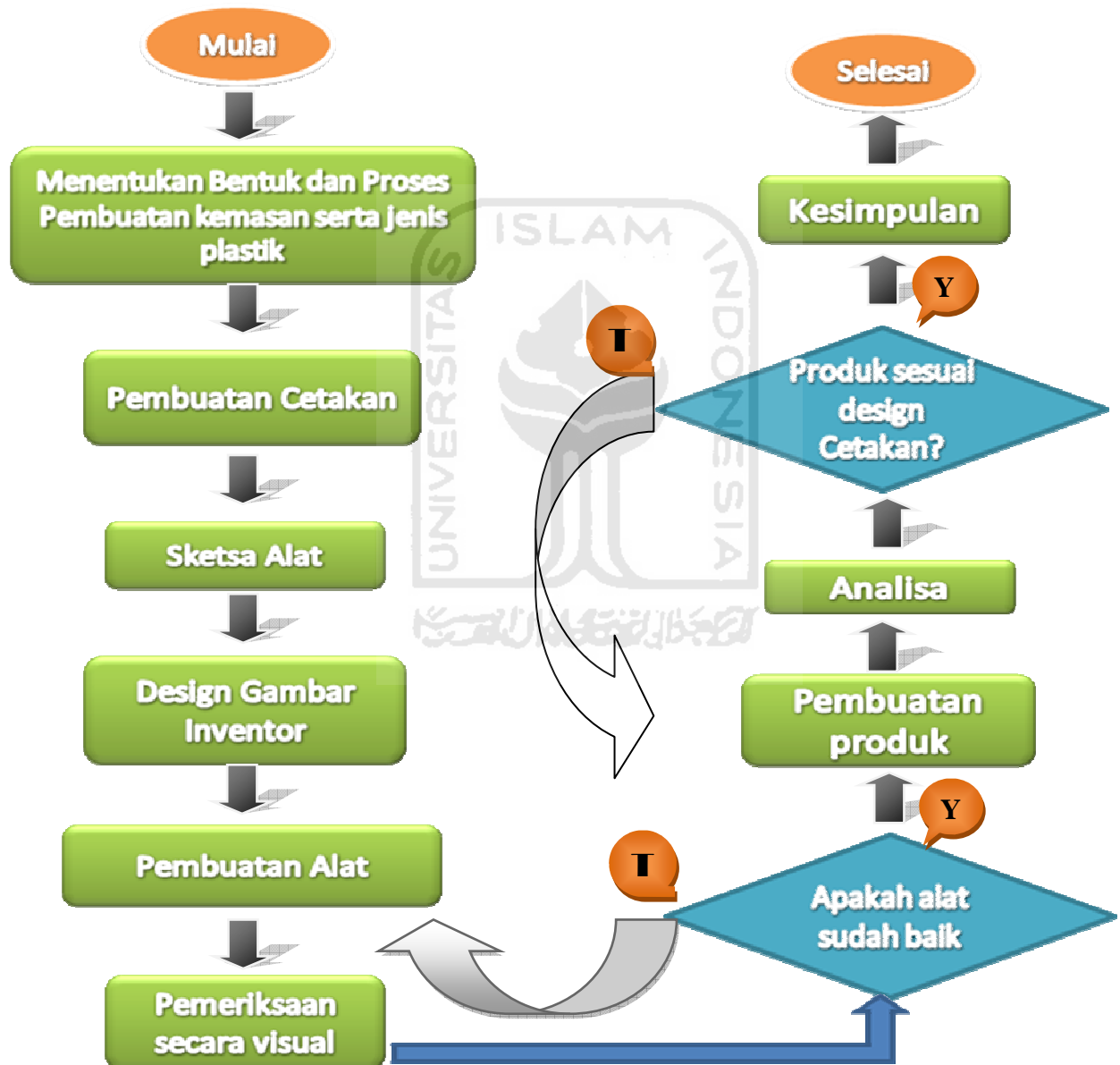
1. *Prototype* fisik, merupakan obyek tangible yang dapat dilihat dan dipegang. *Prototype* ini sering ditampilkan langsung kegunaannya didepan konsumen, agar konsumen tertarik setelah melihat *prototype* tersebut.
2. *Prototype* analitik, merupakan *prototype* yang bersifat non tangible, seperti permodelan 3D, *video image*, dan simulasi produk.

Pada dasarnya *prototype* merupakan langkah awal dari sebuah perancangan produk baru. Dengan adanya *prototype* dimungkinkan adanya percobaan atas perubahan-perubahan produk seperti yang diharapkan sebelumnya.

Bab 3

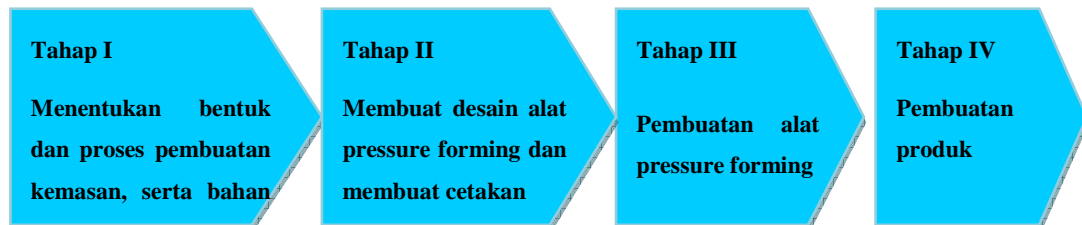
METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan penelitian yang digunakan merupakan suatu proses sistematis untuk mencapai tujuan penelitian seperti tampak pada diagram alir, berikut ini :



Gambar 3.1 Diagram Alir Metode Penelitian.

Penyusunan tugas akhir ini menggunakan langkah-langkah proses perancangan dalam pembuatan alat pembuat kemasan untuk mendapatkan bentuk model cetakan sampai kepada hasil produk yang dijadikan sebagai *object* dalam tugas akhir ini.



Gambar 3.2 Proses pembuatan produk

Urutan dari proses pembuatan produk dari tahap I sampai tahap II akan diuraikan dalam bab ini, kemudian untuk tahap III dan IV akan diuraikan di bab selanjutnya.

3.1 Tahap I Menentukan Bentuk dan Proses Pembuatan Kemasan Serta Plastik yang akan digunakan.

3.1.1 Menentukan bentuk kemasan

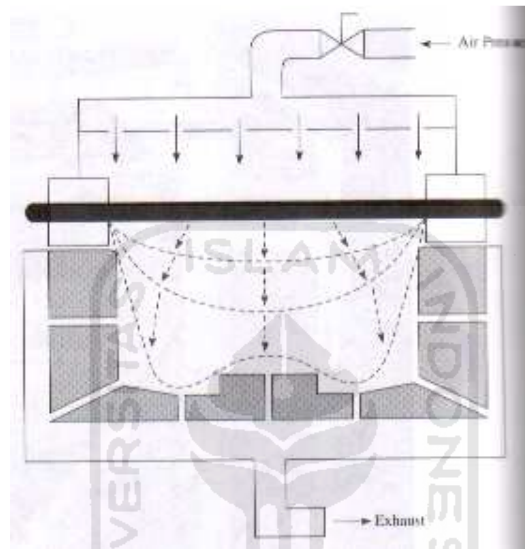
Konsep perancangan yang akan dilakukan dalam pembuatan kemasan adalah mengetahui jenis produk yang akan dikemas. Dengan menentukan bentuk kemasan maka dapat dibuat sebuah perencanaan awal dari bentuk kemasan yang akan dibuat. Pada perencanaan kemasan ini adalah bentuk kemasan untuk produk coklat monggo seperti pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 Cokelat monggo

3.1.2 Menentukan perlakuan untuk proses pencetakan

Dalam pembuatan kemasan ini adalah menggunakan metode *thermoforming* dengan proses *pressure forming* yaitu dimana lembar plastik yang dipanaskan pada cetakan yang kemudian diberikan tekanan udara pada atas permukaan plastik, sehingga plastik terbentuk sesuai cetakan.



Gambar 3.4 Proses pressure forming

3.1.3 Bahan cetak

Bahan cetak yang digunakan adalah lembaran (sheet) plastik PET (*polyethylene terephthalate*) dengan ketebalan 0,3 mm.

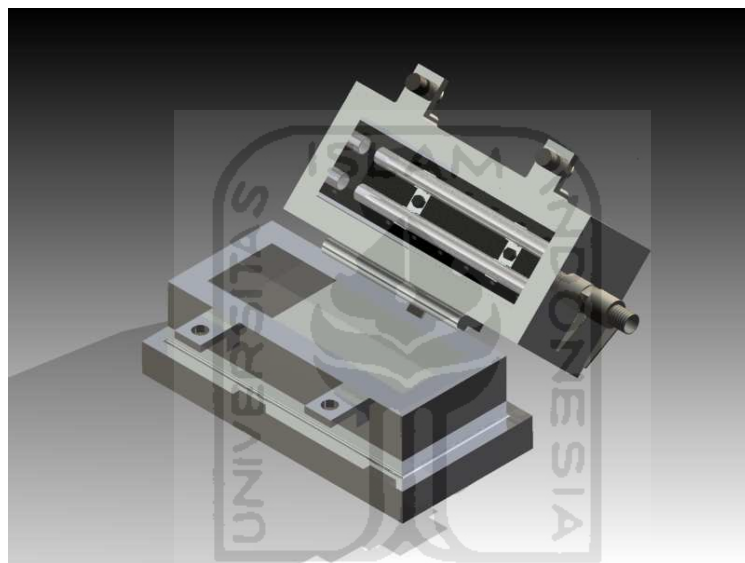


Gambar 3.5 Lembaran plastik PET (*polyethylene terephthalate*)

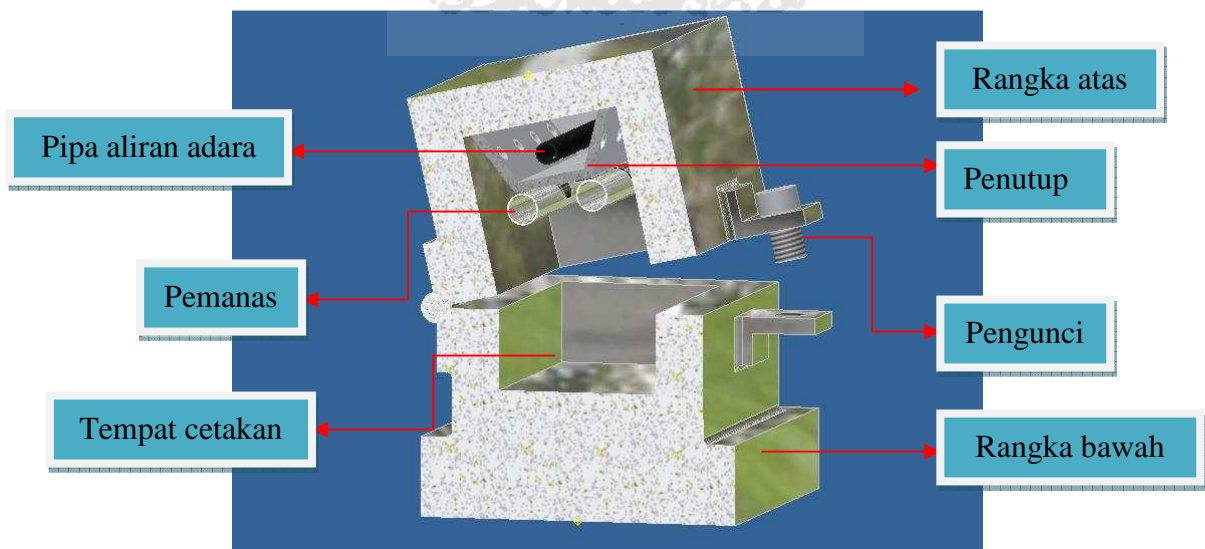
3.2 Tahap II Pembuatan Desain dan Pembuatan Cetakan

3.2.1 Pembuatan design alat pressure forming

Setelah bentuk kemasan sudah terpilih, maka dari model tersebut dapat dimulai membuat desain alat pressure forming. Dibawah ini adalah gambar bagian-bagian dari alat *pressure forming* yang dibuat dengan *software inventor 2008*. Seperti pada gambar 3.6.



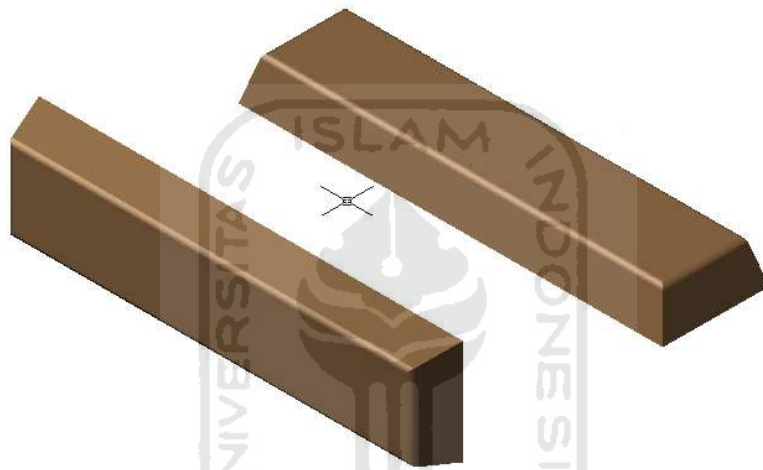
Gambar 3.6 Desain alat pressure forming



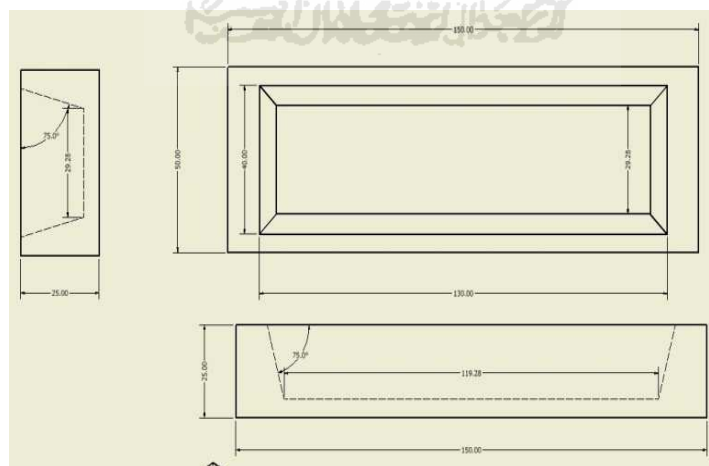
Gambar 3.7 Bagian-bagian Desain alat pressure forming

3.2.2 Pembuatan cetakan

Dalam Proses pembuatan cetakan ini menggunakan akrilik sebagai master cetakan dan resin sebagai bahan cetakan, kemudian dalam cetakan akan di beri relief atau gambar sesuai desain sehingga kemasan akan muncul relief-relief tersebut setelah mengalami proses *pressure forming*. Pemilihan dimensi menyesuaikan dengan bentuk coklat yang diproduksi oleh coklat monggo, adapun dimensinya dapat dilihat gambar 3.9. Pada pengembangannya cetakan dapat disesuaikan dengan produk-produk lain.



Gambar 3.8 Bentuk dari coklat monggo



Gambar 3.9 Dimensi cetakan

Di dalam pembuatan cetakan akan melewati beberapa proses yang akan dijelaskan satu per satu di dalam uraian di bawah ini :

1. Pemotongan akrilik

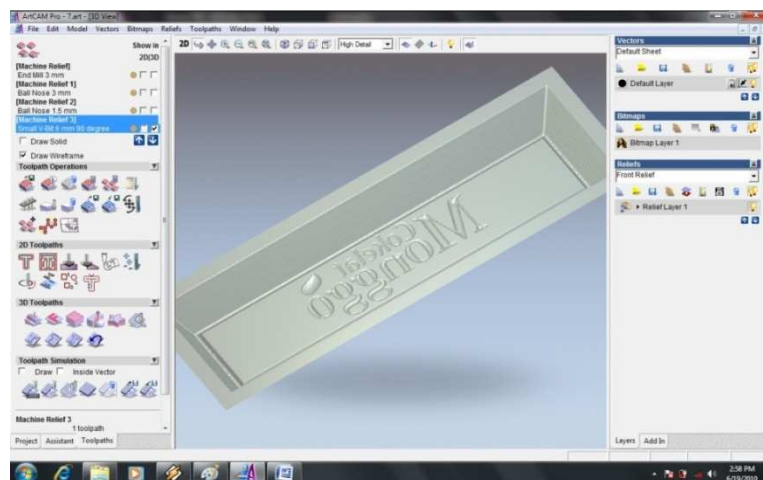
Pada proses pemotongan akrilik ini di sesuaikan dengan bentuk serta ukuran cokelat monggo dan proses pemotongan dengan menggunakan bantuan mesin laser cutting. Setelah di potong kemudian digabung dan dilem seperti gambar 3.10.



Gambar 3.10 Master cetakan

3.2.3 Membuat relief pada cetakan

Untuk membuat relief pada cetakan ini yaitu dengan menggunakan software ArtCam dan mesin CNC. Seperti pada gambar 3.11.



Gambar 3.11 Software ArtCam



Gambar 3.12 Relif coklat monggo

2. Proses penuangan resin pada master cetakan

Pada proses ini bahan yang digunakan adalah resin dan katalis sebagai campurannya, dan katalis ini berfungsi sebagai pengeras. Untuk perbandingan pembuatan cetakan ini yaitu setiap $\pm 1,50$ gr resin dengan campuran katalisnya 10-15 tetes, apabila terlalu banyak katalis maka pada saat kering resin akan pecah atau retak-retak karena terlalu panas.

Sebelum menuangkan resin pada master cetakan, pada permukaan master cetakan di oleskan minyak silikon (kit) agar mempermudah pada saat pembongkaran.



Gambar 3.13 Master cetakan yang sudah dituang resin

Setelah resin kering kemudian langkah selanjutnya yaitu pembongkaran master cetakan yang kemudian untuk menghaluskannya dengan menggunakan ampelas no 1000. Agar menampilkan kesan bening maka poles dengan obat poles maka hasil cetakan akan lebih halus dan terlihat bening. Seperti pada gambar 3.14.



Gambar 3.14 Cetakan yang sudah di finishing

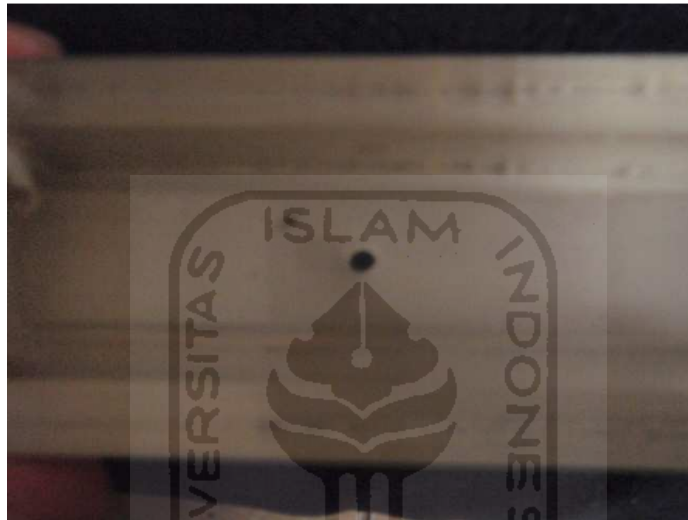
Ada 4 macam cetakan dan keempat cetakan tersebut mempunyai sudut yang berbeda-beda untuk mengetahui tingkat kesulitannya. Diantaranya yaitu >65, >75, >80, >90. Adapun bentuk cetakan dapat dilihat pada gambar 3.15.



Gambar 3.15 Cetakan

3. Pembuatan lubang pada cetakan

Untuk membuang udara yang ada dalam cetakan, maka cetakan di beri lubang yang berfungsi sebagai aliran udara keluar pada saat proses tekan udara. Dapat dilihat pada gambar 3.16. Alat yang di gunakan untuk membuat lubang yaitu dengan menggunakan bor tangan dengan mata bor berdiameter 1 mm.



Gambar 3.16 Lubang saluran udara keluar pada cetakan

Bab 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Proses Pembuatan Alat Pressure Forming Untuk Membuat Kemasan

Alat pembuat kemasan dengan proses *pressure forming* ini akan digunakan sebagai proses pembuatan kemasan (*tray*) dengan metode *thermoforming*. Alat ini sudah dilengkapi dengan elemen pemanas yaitu menggunakan pemanas solder yang sudah di modifikasi, tempat cetakan yang di sesuaikan dengan master cetakan, dan kran untuk membuka dan menutup aliran angin dari kompressor. Tujuan pembuatan alat *pressure forming* yaitu:

1. Untuk memudahkan proses pembuatan, pembongkaran *master* cetakan agar dapat diganti-ganti sesuai model yang diinginkan sesuai cetakan.
2. Untuk memudahkan proses pencetakan produk.
3. Memudahkan proses pelepasan *plastik tray* dari cetaknya.
4. Memudahkan pembongkaran saat terjadi kerusakan pada elemen pemanas.

Dalam proses pembuatan alat *pressure forming* ini kita harus mempersiapkan gambar yang sudah di design untuk mengetahui ukuran atau dimensi-dimensinya, pembuatan alat ini dengan menggunakan plat besi ketebalan 2 mm yang dibentuk empat persegi panjang dan di potong dengan ukuran-ukuran yang telah di tentukan sesuai dengan desain. Dan pembuatannya menggunakan proses pengelasan.

Bahan baku yang dipilih serta alat yang digunakan untuk membuat alat pembuat kemasan pada mesin *pressure forming* ini antara lain adalah :

1. Plat besi ukuran 2 mm.
2. Katup (untuk membuka dan menutup aliran udara dari compressor
3. Solder sebagai element pemanas.
4. Saklar (sebagai tombol on/off element pemanas)
5. Kertas packing untuk meminimalisir kebocoran.

Di dalam pengerjaan tersebut melalui beberapa proses pengerjaan mekanik, antara lain :

1. Pemotongan plat besi dengan gergaji
2. Penghalusan dengan gerinda, amplas (untuk plat besi)
3. Pembuatan lubang untuk aliran udara compressor dengan bor.
4. Mesin las untuk menyambungkan plat besi.

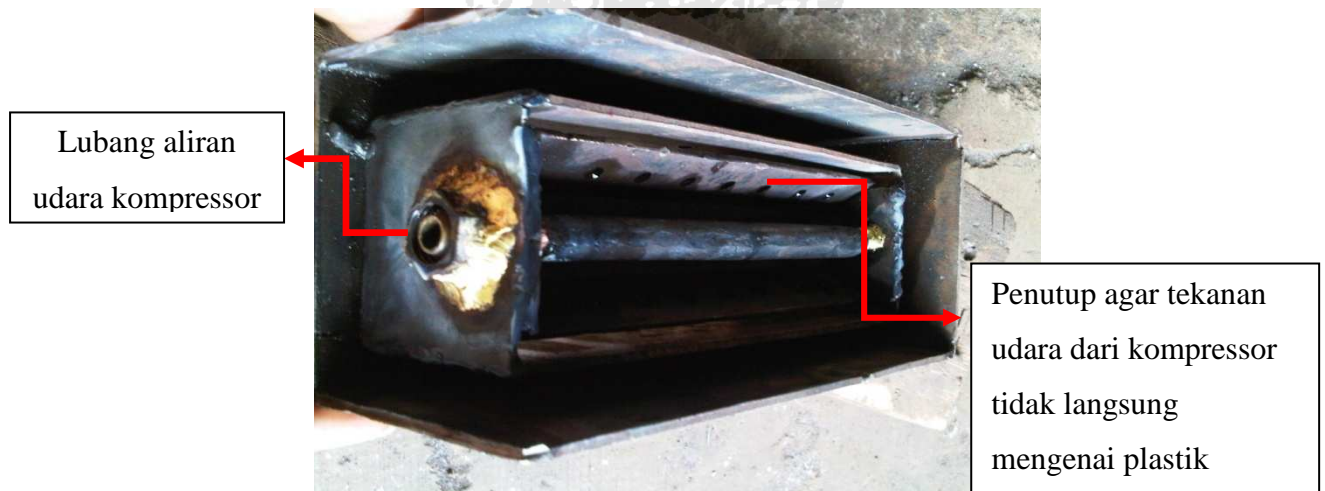
Proses pengerjaan terdiri dari beberapa bagian yang akan dijelaskan satu per satu di dalam uraian di bawah ini :

1. Proses Pembuatan rangka bagian Atas

Rangka bagian atas berfungsi sebagai penutup cetakan, untuk tempat element pemanas, dan juga sebagai aliran udara compressor.

Plat besi dibentuk sesuai pola dari desain yang sudah dibuat dengan menggunakan software inventor 2008, kemudian plat dipotong dengan menggunakan gergaji dan dihaluskan dengan menggunakan gerinda agar permukaan menjadi halus.

Setelah memotong plat, langkah selanjutnya yaitu menyambung dan mengelas plat sesuai gambar design, kemudian memberi lubang menggunakan bor dan memasang pipa untuk aliran udara compressor. Dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Rangka bagian atas

Untuk aliran udara diberi penutup agar udara bertekanan tersebut tidak langsung mengenai permukaan plastik yang sudah mengalami pemanasan, karena apabila udara bertekanan tersebut mengenai langsung pada plastik, maka plastik akan langsung rusak atau jebol.

2. Proses pembuatan rangka untuk bagian bawah

Rangka bagian bawah ini berperan sebagai tempat cetakan yang telah di buat sesuai bentuk serta ukurannya.

Proses pembuatan rangka bagian bawah ini adalah memotong plat kemudian disatukan dengan menggunakan las sesuai dengan design, dan kemudian menghaluskannya dengan menggunakan gerinda. Ada bagian sisi rangka yang diberi lubang, hal ini berfungsi untuk aliran udara keluar dari dalam cetakan. Dapat dilihat pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Rangka bagian bawah

3. Proses Pembuatan Elemen Pemanas

Panas yang diberikan disuplai dari elemen pemanas dengan daya 140 Watt dan temperature pemanasnya adalah 110°c yang di buat dari 4 buah solder yang sudah di modifikasi. Seperti pada gambar 4.3. Elemen pemanas ini berfungsi sebagai pemanas bahan kemasan yaitu plastik PET (*Polyethylene Terephthalate*)



Gambar 4.3 Element pemanas

d. Proses Pembuatan Engsel Serta Pengunci.

Setelah rangka bagian atas dan bawah selesai dibuat maka langkah selanjutnya yaitu membuat pengunci serta sistem engsel untuk menyatukan rangka atas dan rangka bawah. Pada proses ini mengalami kendala, karena sistem engsel yang di gunakan yaitu sistem engsel mati, yang mengakibatkan pada saat ditutup maka pada permukaan rangka atas dan rangka bawah tidak bisa rapat. Seperti pada gambar 4.4. Dalam hal ini dilakukan perbaikan serta penggantian sistem engsel serta penguncian dimana engsel ini bisa bergerak agar nanti dalam penguncian bisa menyesuaikan permukaan. Seperti pada gambar 4.5. dan 4.6.



Gambar 4.4 Sistem engsel sebelum diganti



Gambar 4.5 Engsel serta kunci bagian belakang



Gambar 4.6 Kunci bagian depan

4.2 Perakitan

Perakitan merupakan proses mempersatukan atau merakit dari keseluruhan bagian menjadi satu kesatuan yang utuh sehingga membentuk suatu alat dengan bentuk dan mempunyai fungsi/kegunaan.

Perakitan memerlukan ketelitian dan sedapat mungkin hasil nyata sesuai dengan konsep desain yang digambar dengan software autodesk inventor 2008.

Di dalam Perakitan akan melewati beberapa tahapan yang akan dijelaskan satu per satu di dalam uraian di bawah ini :

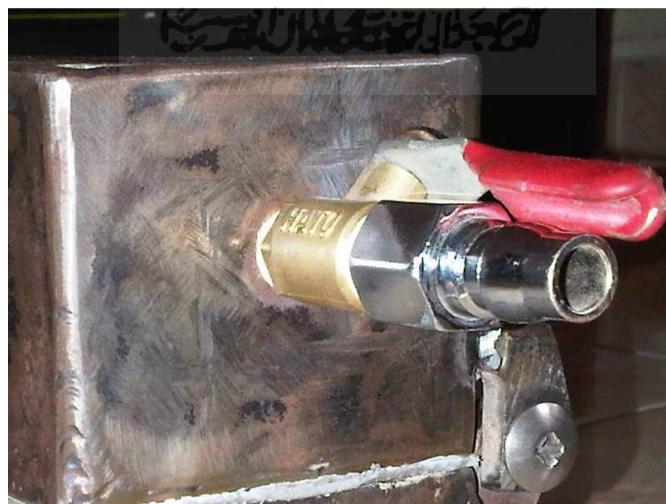
1. Perakitan rangka bagian atas.

Dalam proses Perakitan rangka bagian atas yaitu memasang elemen pemanas pada dudukan yang telah di buat, kemudian memasang katup pada lubang yang sudah disediakan untuk membuka dan menutup aliran udara dari kompressor. Dapat dilihat pada gambar 4.8. Serta memasang saklar untuk on/off pemanasnya.



Gambar 4.7 Element pemanas

Gambar 4.7 adalah elemen pemanas yang telah di modifikasi dan di beri dudukan agar gampang untuk melepas dan memasangnya apabila pemanasnya mengalami kerusakan.



Gambar 4.8 Katup untuk membuka dan menutup aliran udara dari kompressor

Untuk pemasangan saklar tombol on/off yang di buat dudukan pada salah satu permukaan rangka atas hal ini dilakukan agar lebih mudah dalam menghidupkan dan mematikan elemen pemanas, selain itu juga untuk meminimalkan kebocoran. Dapat dilihat pada gambar 4.9.



Gambar 4.9 Tombol saklar on/off element pemanas

2. Perakitan rangka bagian bawah

Untuk perakitan rangka bagian bawah ini hanya memasang pipa. Seperti pada gambar 4.10. Pipa disini menggunakan pentil yang berfungsi untuk mengeluarkan aliran udara dari dalam cetakan, karena apabila tidak diberi lubang untuk aliran udara keluar, maka plastik tidak akan mau menempel pada cetakan karena tekanan udara yang ada dalam cetakan akan beradu dengan tekan udara yang dialirkan oleh kompressor.



Gambar 4.10 Lubang untuk aliran keluaranya udara dari cetakan

4.3 Penggabungan Rangka Atas dan Rangka Bawah.

Setelah perakitan rangka atas dan rangka bawah selesai maka langkah selanjutnya adalah menggabungkan rangka atas dan rangka bawah dengan membaut engsel bagian rangka atas dan rangka bawah, sehingga menjadi sebuah alat yang siap untuk di uji coba. Seperti pada gambar 4.11. dan gambar 4.15.



Gambar 4.11 Penggabungan rangka atas dan bawah tampak belakang



Gambar 4.12 Penggabungan rangka atas dan bawah tampak depan

4.4 Finishing

Proses finishing ini yaitu dengan mengecat yang berfungsi untuk mencegah karat pada alat, tapi proses finishing dilakukan setelah mencoba alat yang sudah di buat dengan menggunakan cetakan seadanya untuk membuat sebuah prototype (contoh produk). Dapat dilihat pada gambar 4.13.



Gambar 4.13 Setelah di finishing

4.5 Pemasangan kertas packing

Setelah alat dicoba ternyata masih ada kendala diantaranya kebocoran udara disela-sela rangka atas dan rangka bawah, dan kebocoran udara ini sangat berpengaruh pada hasil produk, karena udara bertekanan tidak bisa maksimal menekan plastik yang telah mengalami pemanasan sehingga plastik tidak sepenuhnya menempel pada cetakan.

Untuk meminimalisir kebocoran pada sela-sela bagian rangka atas dan rangka bawah maka diberi kertas packing dengan ketebalan 1 mm dan dipotong sesuai panjang lebar rangka kemudian ditempel dengan lem Three Bond (lem khusus packing) pada dua sisi yaitu bagian bawah rangka atas, dan bagian atas rangka bawah, kedua sisi juga di berikan dudukan untuk menaruh lembaran plastik sehingga plastik tidak bergeser saat mendapat tekanan udara dari-

kompresor, karena plastik akan terjepit diantara kedua rangka setelah di tutup dan di rapatkan penguncianya. Dapat dilihat pada gambar 4.14



Gambar 4.14 Posisi tempat lembaran plastik

Pada pemilihan bahan packing ini udah sering berganti-ganti bahan yang digunakan, diantaranya menggunakan bahan busa sandal, tapi karena bahan ini tidak tahan panas dan meleleh, akhirnya diganti dengan bahan packing dari karet packing mobil, bahan packing ini terlalu keras sehingga permukaan masih belum bisa tertutup rata, dan akhirnya menggunakan packing dari kertas dengan tebal 1mm, bahan packing ini tidak terlalu keras dan tahan panas.



Gambar 4.15 Kertas packing

4.6 Proses Pembuatan Produk

Proses pembuatan produk adalah proses yang terakhir di dalam penelitian ini. Adapun Peralatan yang digunakan dalam proses membuat kemasan dengan menggunakan metode *pressure forming* ini adalah sebagai berikut :

- Kompresor untuk menekan atau meniup plastik yang sudah dipanasi agar menempel pada dinding cetakan.
- Cetakan yang sudah di buat dari resin.
- Plastik PET (*polyethylene terephthalate*) dengan tebal 0,3 mm sebagai bahan cetak.

Di dalam proses *pressure forming* untuk menghasilkan suatu produk harus memperhatikan beberapa tahapan yaitu antara lain dijelaskan dalam uraian di bawah ini :

1. Proses pemanasan

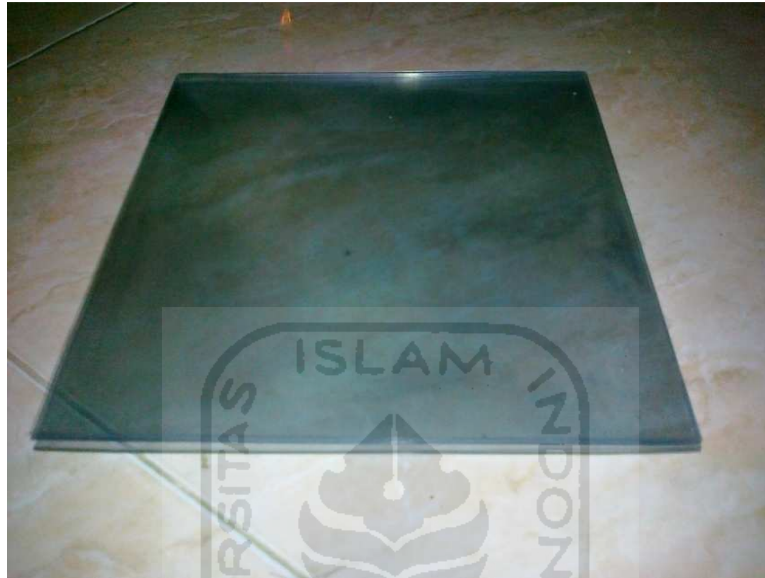
Dalam proses ini yaitu menyalakan saklar untuk memanaskan element pemanasnya, tunggu sampai 5 menit dalam hal ini agar panas pada elemen merata hingga titik paling panas yaitu $\pm 110^{\circ}\text{C}$.



Gambar 4.16 Tombol saklar

2. Pemotongan plastik

Sambil menunggu panas merata, mulai mempersiapkan untuk memotong lembaran plastik sesuai dengan ukuran tempat yang telah dibuat pada rangka bawah yaitu 165 mm × 65 mm.



Gambar 4.17 Lembaran (sheet) plastik sebelum di potong



Gambar 4.18 Lembaran (sheet) plastik sesudah dipotong

3. Memasang master cetakan.

Cetakan yang telah dibuat dengan menggunakan resin dimasukkan dalam tempat cetakannya yaitu pada rangka bawah. Dapat dilihat pada gambar 4.19.



Gambar 4.19 Cetakan yang sudah di taruh pada rangka bawah

4. Meletakkan plastik di atas cetakan.

Setelah plastik di potong sesuai dengan ukuran, dan elemen pemanas sudah pada titik panas yaitu $\pm 110^{\circ}\text{C}$, maka langkah selanjutnya adalah meletakkan lembaran plastik yang sudah di potong ke atas cetakan atau tempat yang sudah di buat untuk meletakkan plastik. Seperti gambar 4.20.



Gambar 4.20 Penempatan plastik

5. Menutup dan merapatkan pengunci.

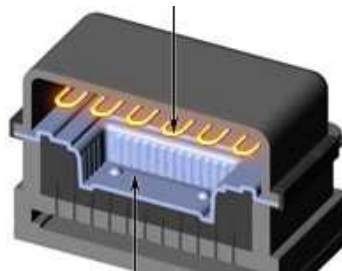
Pada proses ini hanya menutup rangka atas dan masukkan penguncinya kemudian putar penguncinya hingga rapat, agar tidak bocor pada saat proses press udara. Karena apabila bocor akan mempengaruhi hasil produknya. Terlihat pada gambar 4.21.



Gambar 4.21 Pengunci

6. Proses pemanasan plastik.

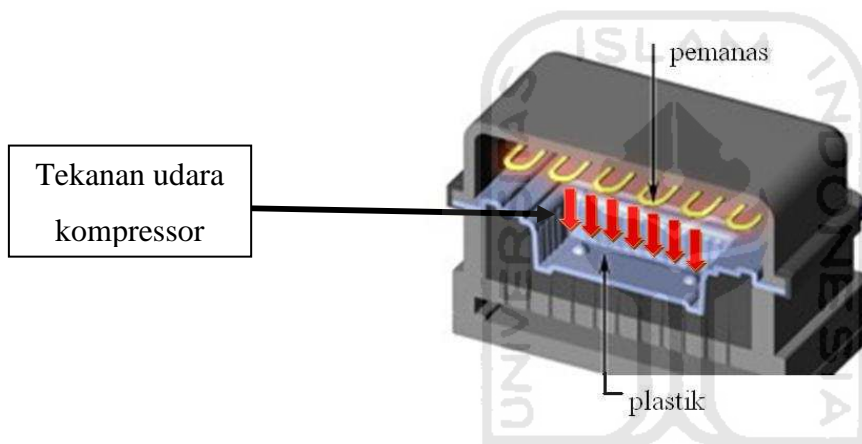
Panas yang diberikan disuplai dari elemen pemanas yaitu dengan daya 140 Watt yang dirangkai dari 4 solder dimana 1 solder memiliki daya 35 watt dan temperature pemanasnya adalah 110°C. Gambar 4.22 adalah gambar dimana plastik di panasi sehingga mengalami perubahan struktur menjadi lunak. Sedangkan untuk mengetahui titik luluh plastik yaitu dengan melihat waktu, waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan produk yang baik pada proses ini adalah $\pm 15-20$ detik, waktu pemanasan memberikan pengaruh pada proses ini, karena apabila terlalu lama maka plastik akan meleleh dan akan berlubang. Sebaliknya bila waktu pemanasannya yang kurang maka plastik tidak merata menempel pada cetakan. Hal ini dikarenakan waktu pemanasan pada lembaran plastik belum merata pada seluruh permukaan plastik hingga proses belum sempurna.



Gambar 4.22 Proses pemanasan plastik

7. Proses pressure (tekanan udara)

Setelah menunggu selama $\pm 15-20$ detik pada proses pemanasan plastik maka proses selanjutnya yaitu proses pressure, yaitu dengan membuka kran angin yang sudah disambungkan pada kompressor. Proses ini menggunakan kompressor dengan tekanan konstan 280 kpa yang membutuhkan waktu $\pm 20-25$ detik untuk hasil yang cukup. Berbeda dengan proses pemanasan pada proses tekan udara ini bisa menggunakan waktu yang lebih lama, karena semakin lama proses tekan udara maka plastik yang menempel pada cetakan akan semakin merata. Gambar 4.23 adalah proses dimana lembar plastik yang sudah dipanasi kemudian diberikan tekanan udara.



Gambar 4.23 Proses pressure

4.7 Hasil dan Pembahasan

4.7.1 Hasil

Setelah melakukan percobaan dengan langkah-langkah pembuatan produk yang telah dijelaskan di atas, maka muncullah hasil percobaan berupa produk kemasan dengan berbagai variasi hasil dari hasil yang jelek sampai yang baik tergantung kombinasi waktu pemanasan plastik dan waktu proses tekanan udara yang digunakan. Di dalam percobaan ini menggunakan 4 macam cetakan sudut kemiringan yang berbeda-beda antara lain >65 , >75 , >80 , >90 . Dapat dilihat pada gambar 4.27. Tabel dan hasil-hasil percobaan terlampir.

Melihat dari beberapa hasil percobaan yang telah dilakukan maka dapat terlihat beberapa hasil produk yang baik dari hasil proses pembuatan kemasan dengan metode *pressure forming*. Dalam proses pembuatan kemasan dengan metode *pressure forming* ini ada 2 hal yang perlu diperhatikan yaitu waktu tekanan, dan waktu pemanasan. Yang pertama adalah waktu proses pemanasan, waktu pemanasan berpengaruh besar dalam berhasilnya menciptakan suatu produk dalam proses ini. Jika waktu pemanasan kurang, maka plastik yang dipanasi tidak dapat merata dalam melelehnya, sehingga pada saat proses tekanan udara hasil kemasan tidak sepenuhnya menempel pada cetakan. Seperti pada gambar 4.24.



Gambar 4.24 Plastik yang mengalami tebal tipis karena kurangnya proses pemanasan.

Sedangkan jika waktu pemanasan terlalu lama maka plastik akan meleleh dan berlubang sehingga tidak dapat meneruskan ke proses berikutnya. Seperti pada gambar 4.25.



Gambar 4.25 Plastik yang terbakar karena terlalu lama proses pemanasan

Yang kedua adalah waktu tekanan udara dengan kompressor, waktu tekanan udara dapat mempengaruhi hasil produk karena dengan waktu tekanan yang terlalu singkat juga dapat menyebabkan plastik tidak dapat seluruhnya menempel pada cetakan, ini di karenakan udara tidak dapat maksimal menekan plastik yang sudah mengalami proses pemanasan. Seperti pada gambar 4.26.



Gambar 4.26 Plastik yang mengkerut akibat kurangnya proses tekanan udara



Gambar 4.27 Cetakan

4.7.2 Pembahasan

Dalam proses pembuatan kemasan dengan metode *pressure forming* ini yang dibutuhkan adalah melihat perpaduan antara berapa lama waktu proses pemanasan pada plastik sehingga plastik dapat luluh secara merata dan berapa lama waktu proses tekan udara yang dibutuhkan untuk menekan plastik yang sudah mengalami proses pemanasan sehingga plastik dapat mengisi seluruh permukaan cetakan dengan cara melakukan beberapa kali percobaan sampai menemukan perpaduan antara 2 jenis proses tersebut.

Dari beberapa pengujian didapatkan suatu perpaduan antara berapa lama proses pemanasan dan proses tekanan udara yang pas untuk menghasilkan produk yang baik dalam proses ini, yaitu dengan waktu pemanasan 15-20 detik dan waktu tekanan udara 20-25 detik, Dengan perpaduan waktu dari kedua proses tersebut maka pada saat proses pemanasan plastik akan mengalami titik luluh yang merata sehingga pada saat proses tekanan udara dapat merata untuk membuat plastik menempel sepenuhnya pada permukaan cetakan. Seperti pada gambar 4.28.



Gambar 4.28 Plastik yang sesuai dalam proses pemanasan dan tekanan udara

Dari hasil produk dengan beberapa cetakan yang telah di buat, hasil produk yang paling susah dibuat adalah cetakan dengan kemiringan sudut 90° , hal ini dikarenakan sudut yang terlalu tajam maka plastik tidak dapat menempel seluruhnya pada sudut-sudut cetakan. Seperti pada gambar 4.29.



Gambar 4.29 Sudut-sudut pada plastik yang tidak menempel pada cetakan

Adapun kendala yang dihadapi pada saat pembuatan alat pressure forming pembuat kemasan ini adalah masih adanya kebocoran pada sela-sela antara rangka bawah dan rangka atas dapat sehingga pada saat proses tekanan udara membutuhkan waktu yang lama untuk menekan plastik supaya menempel pada permukaan cetakan. Dapat dilihat pada gambar 4.30.



Gambar 4.30 Kebocoran pada sela-sela rangka atas dan rangka bawah

Bab 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian ini, telah dapat dibuat sebuah alat *pressure forming* untuk membuat kemasan, serta bentuk cetakan kemasan yang dibuat dari resin. Pada proses *pressure forming* dengan bahan *polyethylene terephthalate* tebal 0,3 mm, lama pemanasan dan lama proses tekan sangat mempengaruhi bentuk yang dihasilkan dalam hal ini agar plastik tidak rusak atau leleh pada proses pemanasan. Untuk lama pemanasan yang dapat menghasilkan bentuk produk yang terbaik adalah dengan waktu pemanasan 20 detik dan lama proses tekannya 25 detik. Diantara 4 macam cetakan, cetakan yang paling susah untuk membentuk plastik lembaran adalah cetakan dengan sudut kemiringan 90°. Dalam proses pembentukan lembaran plastik dengan metode *Thermoformig* masih bisa dilakukan untuk pembuatan produk dengan sudut 90°.

5.2 Saran

Pembuatan alat pembuat kemasan dengan metode *pressure forming* ini masih jauh dari nilai sempurna. Pengembangan alat ini pada tahap berikutnya diharapkan mampu menutupi kekurangan sehingga alat ini dapat digunakan untuk mendapatkan menghasilkan produk kemasan yang lebih baik. Saran-saran berikut diberikan untuk pengembangan penelitian berikutnya:

1. Memperbesar alat *pressure forming* pembuat kemasan agar bisa mencetak atau membuat produk yang lebih besar dan lebih banyak.
2. Penggantian pada pengunci secara otomatis.
3. Penggunaan kendali pada sistem pemanas agar panasnya bisa diatur sesuai keinginan.

Daftar Pustaka






- Autodesk, Inc., *Autodesk Inventor 2008 Getting Started*, USA. 2007.
- A.J.Hartomo. 1993. *Dasar-dasar profesi politeknik pemrosesan polimer praktis*.
ANDI OFFSET, Yogyakarta.
- Bahan Plastik dan Kesehatan,
<http://learntheworld.wordpress.com/20080707/bahan-plastik-dan-kesehatan.htm>
- B.H. Amsted, Philip F. Ostwald, dan Myron L. Begeman. *Teknologi Mekanik Jilid 1*, terjemahan Sriati Djaprie. Jakarta : Penerbit Erlangga, 1990.
- Blow Molding*, 2009 http://en.wikipedia.org/wiki/Thermoforming_Molding.html.
- Christine S. Cenadi (1998), Jurnal Nirmana Jurusan Desain Komunikasi Visual
Volume 1, Universitas Kristen Petra, Surabaya.
<http://puslit.petra.ac.id/journals/design>.
- Dmitri Kopeliovich*, 2009, Compression molding of polymers,
www.substech.com/dokuwiki.html
- Hermawan Kartajaya 1996, *Marketing Plus 2000 Siasat Memenangkan Persaingan Global*. Universitas Kristen Petra, Surabaya.
- J.S. Colton, 2009, *Polymer Processing*, Georgia Institute of Technology.
- J.S. Colton, 2009, *Manufacturing with Plastiks*, Georgia Institute of Technology
- Kode Plastik 2009, Plastik dalam industri*, www.ptalpen.com.
- Peranan Desain Kemasan Dalam Dunia Pemasaran
(<http://puslit.petra.ac.id/journals/design>).
- Sonawan H., Suratman R., *Pengantar Untuk Memahami Proses Pengelasan Logam*, Penerbit Alfabeta, Bandung, 2003.
- Seminar Nasional – VII Rekayasa dan Aplikasi Teknik Mesin di Industri Kampus ITENAS - Bandung, 28-29 Oktober 2008*.





LAMPIRAN








Hasil setelah dilakukan beberapa kali percobaan:

a. Prototipe






Percobaan ke-	Waktu (detik)		Hasil (gambar)
	Pemanasan	Tekanan	
1.	60 detik	-	
2.	45 detik	-	
3.	35 detik	-	
4.	15 detik	15 detik	
5.	15 detik	20 detik	

Percobaan ke-	Waktu (detik)		Hasil (gambar)
	Pemanasan	Tekanan	
6.	20 detik	25 detik	
7.	20 detik	20 detik	
8.	10 detik	15 detik	
9.	5 detik	10 detik	






b. Cetakan dengan sudut kemiringan 65°

Percobaan ke-	Waktu (detik)		Hasil (gambar)
	Pemanasan	Tekanan	
1.	25 detik	25 detik	
2.	20 detik	25 detik	
3.	20 detik	20 detik	
4.	15 detik	15 detik	
5.	10 detik	10 detik	






c. Cetakan dengan sudut kemiringan 75°

Percobaan ke-	Waktu (detik)		Hasil (gambar)
	Pemanasan	Tekanan	
1.	25 detik	25 detik	
2.	20 detik	25 detik	
3.	20 detik	20 detik	
4.	15 detik	15 detik	
5.	10 detik	10 detik	

d. Cetakan dengan sudut kemiringan 80°

Percobaan ke-	Waktu (detik)		Hasil (gambar)
	Pemanasan	Tekanan	
1.	20 detik	25 detik	
2.	15 detik	25 detik	
3.	15 detik	20 detik	
4.	15 detik	15 detik	
5.	10 detik	10 detik	

e. Cetakan dengan sudut tegak lurus 90°

Percobaan ke-	Waktu (detik)		Hasil (gambar)
	Pemanasan	Tekanan	
1.	25 detik	25 detik	
2.	20 detik	20 detik	
3.	20 detik	15 detik	
4.	15 detik	15 detik	
5.	10 detik	10 detik	

Cetakan dengan berbagai macam kemiringan dan relief.



