

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN
MODEL KEMASAN PELUMAS
DENGAN MENGGUNAKAN METODE CETAK TUANG**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana pada

Jurusan Teknik Mesin



No. B.	174/TM/FTI/2009
TANGGAL	8 Januari 2009
ASAL	
HARGA	Rs. -
PT. PUSAT PERBUKUAN FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA YOGYAKARTA	

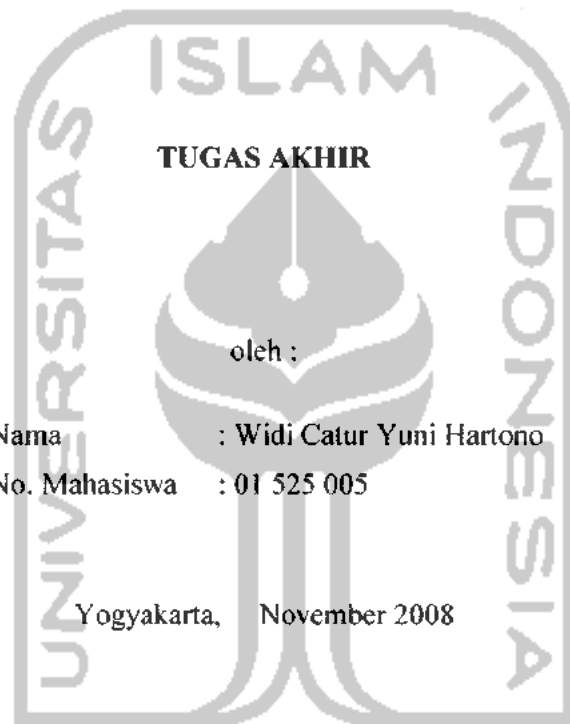
Oleh :

Nama : Widi Catur Yuni Hartono

No. Mahasiswa : 01 525 005

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2008**

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING
PERANCANGAN DAN PEMBUATAN
MODEL KEMASAN PELUMAS
DENGAN MENGGUNAKAN METODE CETAK TUANG



oleh :

Nama : Widi Catur Yuni Hartono

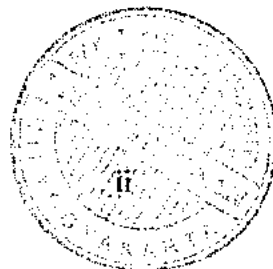
No. Mahasiswa : 01 525 005

Yogyakarta, November 2008

Menyetujui,

Pembimbing

Ir. Paryana Puspaputra, M. Eng.



LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI
PERANCANGAN DAN PEMBUATAN
MODEL KEMASAN PELUMAS
DENGAN MENGGUNAKAN METODE CETAK TUANG
TUGAS AKHIR

Oleh :

Nama : Widi Catur Yuni Hartono

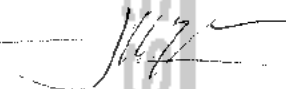
No. Mahasiswa : 01 525 005

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

Yogyakarta, Desember 2008

Tim Penguji

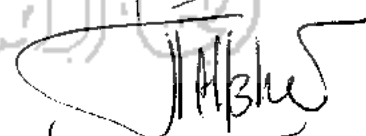
Ir. Paryana Puspaputra, M.Eng
Ketua


(.....)

Muhammad Ridlwan ST., MT
Anggota I


(.....)

Ir. Zakky Sulistiawan, M.Sc.
Anggota II


(.....)

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia



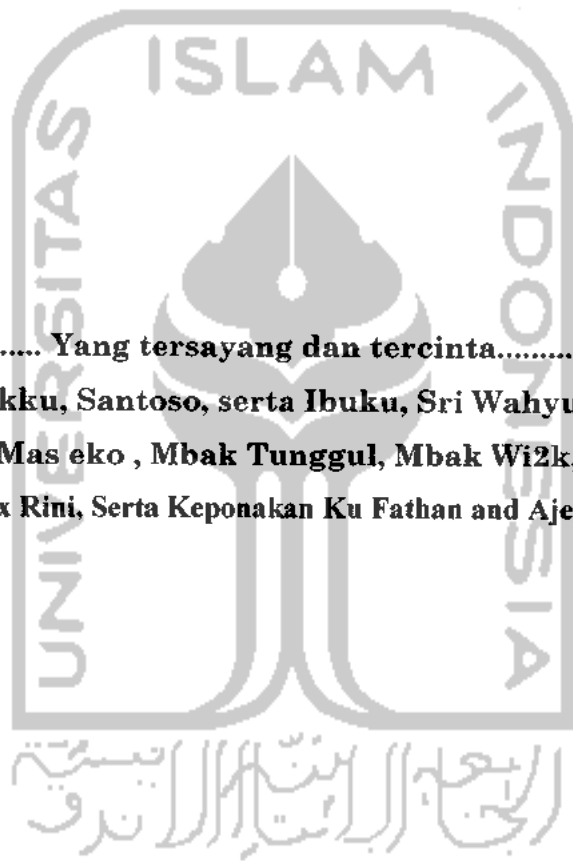

Muhammad Ridlwan ST., MT.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Hasil Karyaku Ku Persembahkan.....

..... Yang tersayang dan tercinta.....

**Bapakku, Santoso, serta Ibuku, Sri Wahyuni
Saudaraku, Mas eko , Mbak Tunggul, Mbak Wi2k, Mas U2t
..... Dx Rini, Serta Keponakan Ku Fathan and Ajeng.....**

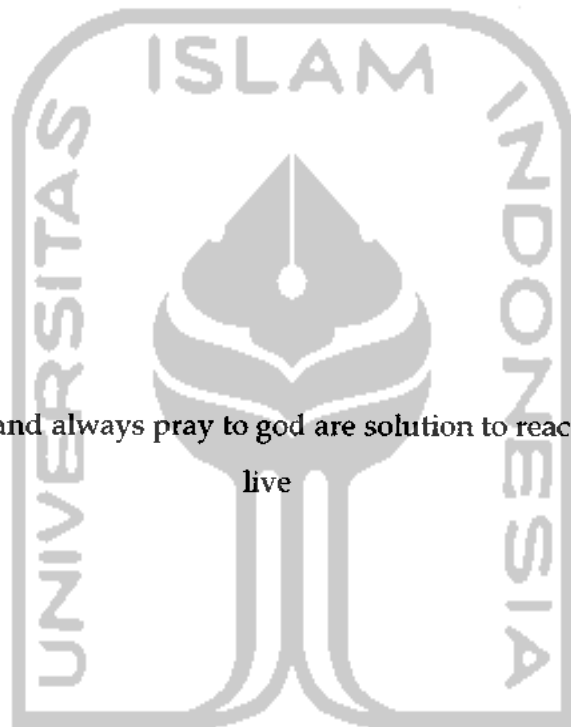


HALAMAN MOTTO

"Sungguh Bersama Kesukaran itu Pasti Ada Kemudahan"

(Q.S. Asyrah : 5-6)

Never give up and always pray to god are solution to reach succesfully
live



لا اله الا الله
الله اعلى
لا اله الا الله
الله اعلى

"JANGAN MUDAH MENYERAH UNTUK MERAH SUKSES"

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr, Wb.

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat *Khalikul 'alam* (Allah SWT) yang telah memberikan rahmat, hidayah serta karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Shalawat serta salam senantiasa tercurah kepada *Sayyidul anam* (Muhammad SAW) beserta para keluarga, sahabat dan para pengikutnya sampai akhir zaman.

Tugas Akhir berjudul "*Perancangan dan Pembuatan Model Kemasan Pelumas Dengan Menggunakan Metode Cetak Tuang*" ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri , Universitas Islam Indonesia.

Penulis menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini tidak akan terselesaikan tanpa bantuan moral maupun material dari berbagai pihak. Atas segala bantuan yang diberikan kepada penulis, baik berupa bimbingan, motivasi, dorongan, kerjasama, fasilitas maupun kemudahan lainnya maka pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Ayahanda Santoso dan Ibunda Sri Wahyuni tersayang, terima kasih atas keikhlasan, ketulusan, dorongan, doa dan restumu untuk ananda.
2. Bapak Ir.Paryana Puspaputra M.Eng, selaku dosen pembimbing tunggal.
3. Bapak Muhammad Ridwan, ST., MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
4. Dosen dan Staff Jurusan Teknik Mesin FTI UII yang telah membimbing dan membantu baik kegiatan akademis maupun administratif.
5. Bapak Prof,Dr.Ir.R.Chairul Saleh, M.Sc ,selaku ketua jurusan TI, yang telah memberikan izinnya untuk penggunaan mesin CNC.

6. Kakakku Mas Eko dan Mbak Tunggul, Mbak Wiwik serta Mas Prasetyo yang selalu mendukungku.
7. Keluarga Blora Mustika Bu Attin, Bapak Riyanto, Syinta, serta Dek Rini.
8. Keluarga Solo, Bunda Fatma serta Bapak Fendi, Akbar, Fikri, Rina, Dartik yang telah mendukung.
9. Mbak Rina, Dimas, serta asisten lab SIMAN (Sispro) TI atas tempat, waktu dan mesinnya.
10. Mas Bondan beserta keluarga, Mas Edi sekeluarga, Mas Indra sekeluarga atas dukungannya.
11. Kang Nur, Bang Hadi n Bang Dodi, terima kasih buat petuah bijaknya.
12. Buncis serta Ayu' makasih printernya, Dx Irma, Prima, Lutfi, Yoyok, Kasmu, Isa ST., Arif, Agni, Gemblunk, Didin, Furry ST., Febri, buat segala bantuan dan partisipasinya.
13. Dan untuk semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam laporan Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan, ini tidak lepas dari kurangnya pengetahuan penulis, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran dari para pembaca demi kemajuan penulis di masa mendatang.

Penulis berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat dan membantu mengembangkan ilmu pengetahuan penulis pada khususnya dan pembaca pada umumnya.

Wassalamu'alaikum Wr, Wb.

Jogjakarta, November 2008

Penulis

Abstrak

Mudik merupakan kegiatan tahunan yang dilakukan sekitar Lebaran. Sebagian besar pemudik menggunakan sepeda motor, sehingga kebutuhan akan pelumas mesin perlu diperhatikan. Dengan banyaknya produk pelumas yang beredar di pasaran, maka kemasan (packaging) dalam bentuk plastik menjadi sesuatu yang dibutuhkan. Dengan ada event tertentu produk perlu berganti model agar lebih menarik bagi konsumen, sehingga diperlukan ide kreatif untuk membuat desain kemasan yang lebih menarik, praktis, dan inovatif. Dengan munculnya sistem manufaktur modern memberikan solusi bagi permasalahan tersebut. Selain produktifitas lebih cepat, sistem ini juga fleksibel dalam menghadapi perubahan desain yang dapat terjadi setiap saat. Dalam sistem manufaktur modern, perancangan desain menggunakan software CAD/CAM merupakan proses desain dengan bantuan komputer yang memiliki berbagai macam keunggulan seperti cepat, akurat, estetis dan efisien. Pada Tugas Akhir ini akan dirancang, didesain dan dibuat model cetakan kemasan pelumas mesin dengan menggunakan bantuan Software CAD/CAM, mesin CNC dan aluminium cor sebagai cetakan produk serta resin sebagai contoh model produk.

Kata Kunci : *kemasan (packaging) pelumas, mudik lebaran, CAD/CAM/CNC, dan cetakan.*



DAFTAR ISI

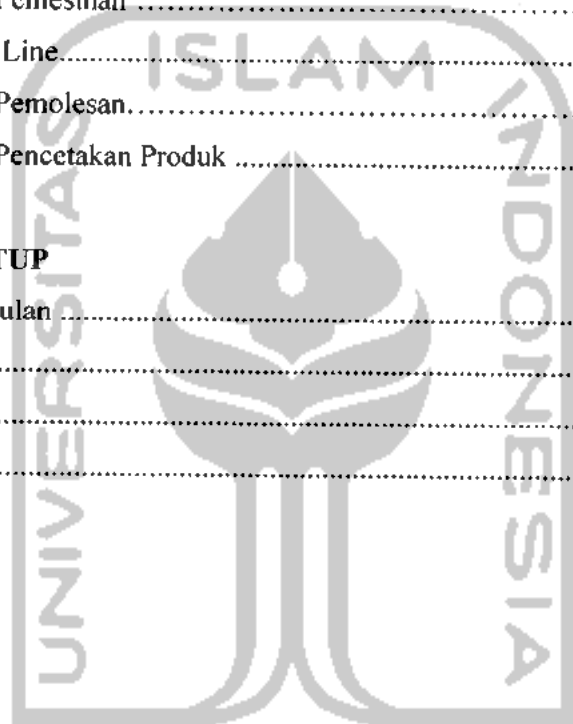
Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan Pembimbing	ii
Lembar Pengesahan Penguji	iii
Halaman Persembahan	iv
Halaman Motto	v
Kata Pengantar	vi
Abstrak	viii
Daftar Isi	ix
Daftar Gambar	xii
Daftar Tabel.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Pembuatan kemasan	4
2.2 Material kemasan.....	4
2.3 Bentuk kemasan.....	6
2.4 <i>Jig dan Fixture</i>	8
2.5 lokator	9
2.6 Cetakan	10
2.6.1 Cetakan Injeksi	11
2.6.2 Cetakan Tiup	13
2.6.2.1 (a) <i>Extrusion Blow Molding</i>	13

2.6.2.2 (b) <i>Stretch Blow Molding</i>	14
2.6.3 Cetakan Tuang	16
2.6.4 Cetakan Kompresi	16
2.7 Material untuk cetakan.....	17
2.7.1 Aluminium Murni	17
2.7.2 Paduan Aluminium Tempa.....	18
2.7.3 Paduan Cor Aluminium	18
2.8 CAD/CAM.....	19
2.9 Proses Pemesinan.....	21
2.9.1 Klasifikasi Proses Pemesinan	21
2.9.2 Parameter Permesinan	22
2.9.3 CNC Milling.....	24
2.9.4 Kontrol Gerakan Pahat.....	25
2.9.5 Sumbu Mesin.....	26
2.9.6 Proses Pemesinan <i>Surface Contouring (Roughing)</i>	27
2.9.7 Proses Pemesinan <i>End Milling (Finishing)</i>	27
2.9.8 Cairan Pendingin (<i>Coolant</i>).....	27
2.9.8.1 Jenis Jenis Cairan Pendingin.....	28
2.9.8.2 Pemakaian Cairan Pendingin.....	28
2.10 Proses Pemolesan.....	29
2.11 Pengendalian mutu dan Pemeriksaan.....	29

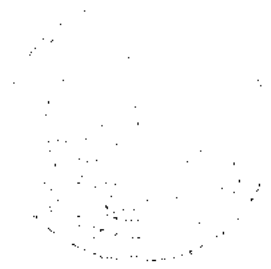
BAB III PERANCANGAN PRODUK

3.1 Diagram Alir Perancangan Botol.....	31
3.2 Konsep Desain.....	32
3.3 Membuat Desain Produk	33
3.4 Membuat Desain Cetakan	35
3.4.1 Membuat Desain Cetakan Bagian Kiri.....	35
3.4.2 Membuat Desain Cetakan Bagian Kanan.....	35
3.5 Simulasi Pemesinan	36
3.6 Proses Pemesinan	39

3.7	Proses Pencetakan Produk.....	41
 BAB IV PEMBAHASAN		
4.1	Desain Produk	44
4.2	Desain Cetakan	44
4.3	Simulasi Pemesinan	45
4.4	Proses Pemesinan	46
4.5	Parting Line.....	48
4.6	Proses Pemolesan.....	49
4.7	Proses Pencetakan Produk	50
 BAB V PENUTUP		
5.1	Kesimpulan	52
5.2	Saran	52
Daftar Pustaka		xv
Lampiran.....		xvi



الجامعة الإسلامية
الاندونيسية



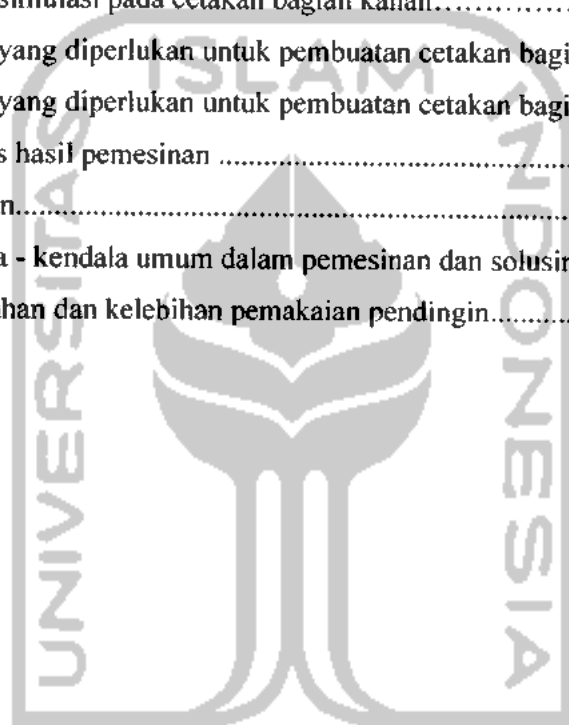
DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Produk dari bahan PET.....	4
Gambar 2.2	Produk kemasan kaca	5
Gambar 2.3	Produk kemasan plastik.....	5
Gambar 2.4	Produk kemasan aluminium.....	6
Gambar 2.5	Contoh bentuk kemasan yang eksotis.....	7
Gambar 2.6	kemasan dengan bentuk khas,kuat dan tahan pecah.....	7
Gambar 2.7	Produk kemasan transparan.....	8
Gambar 2.8	Perbedaan bentuk kemasan sabun dan shampoo.....	8
Gambar 2.9	Bentuk dari lokator.....	9
Gambar 2.10	12 derajat kebebasan.....	10
Gambar 2.11	Cetakan kemasan pelumas mesin bensin.....	10
Gambar 2.12	Mesin cetak injeksi untuk bahan plastik.....	11
Gambar 2.13	Skema mesin cetak injeksi.....	12
Gambar 2.14	Funnel(corong plastik).....	12
Gambar 2.15	Skema mesin cetak tiup.....	13
Gambar 2.16	Botol drigen.....	14
Gambar 2.17	Mesin cetak tiup (<i>Extrusion Blow</i>).....	14
Gambar 2.18	Skema Proses Stretch Blow.....	15
Gambar 2.19	Botol air mineral.....	15
Gambar 2.20	Proses cetakan tuang.....	16
Gambar 2.21	Skema hubungan Antara CAD/CAM.....	19
Gambar 2.22	Proses pemesinan.....	22
Gambar 2.23	Skema mesin milling horizontal dan mesin milling vertikal..	25
Gambar 2.24	Pergerakan pahat pada mesin CNC Milling.....	25
Gambar 2.25	Right-Hand Standard Cartesian Coordinate System.....	26
Gambar 2.26	Sumbu koordinat mesin milling vertical.....	26
Gambar 2.27	Proses Surface Contouring.....	27
Gambar 2.28	Proses End Milling.....	27

Gambar 3.1	Kemasan pelumas mesin bensin.....	32
Gambar 3.2	Urutan proses desain kemasan.....	34
Gambar 3.3	Cetakan Bagian Kiri.....	35
Gambar 3.4	Cetakan Bagian Kanan.....	36
Gambar 3.5	Proses Simulasi Pemesinan.....	38
Gambar 3.6	Kegagalan produk.....	40
Gambar 3.7	Proses pemesinan cetakan.....	40
Gambar 3.8	Hasil proses pemesinan cetakan.....	41
Gambar 3.9	Proses pengolesan mirror glaze.....	41
Gambar 3.10	Proses clamping.....	42
Gambar 3.11	Proses pencampuran adonan resin dan katalis.....	42
Gambar 3.12	Proses cetak tuang.....	42
Gambar 3.13	Hasil Produk.....	43
Gambar 4.1	Modifikasi relief pada kemasan.....	44
Gambar 4.2	Proses pembuatan desain cetakan bagian kiri.....	45
Gambar 4.3	Proses pembuatan desain cetakan bagian kanan.....	45
Gambar 4.4	Tampilan file dari Inventor ke MasterCAM.....	46
Gambar 4.5.	Proses pemesinan dengan pendingin cair.....	47
Gambar 4.6	Kemasan Pelumas mesin bensin.....	48
Gambar 4.7	Adanya parting line pada produk.....	49
Gambar 4.8.	Proses poles.....	50
Gambar 4.9	Proses Pencetakan produk.....	50
Gambar 4.10.	Hasil produk.....	51

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Beberapa jenis dari strategi pemesinan.....	23
Tabel 3.1 Parameter Toolpaths Cetakan pada bagian kiri.....	37
Tabel 3.2 Parameter Toolpaths Cetakan pada bagian kanan.....	37
Tabel 3.3. Waktu simulasi pada cetakan bagian kiri.....	38
Tabel 3.4. Waktu simulasi pada cetakan bagian kanan.....	38
Tabel 3.5 Waktu yang diperlukan untuk pembuatan cetakan bagian kiri..	39
Tabel 3.6 Waktu yang diperlukan untuk pembuatan cetakan bagian kanan	39
Tabel 4.1 Analisis hasil pemesinan	46
Tabel 4.1 Lanjutan.....	47
Tabel 4.2 Kendala - kendala umum dalam pemesinan dan solusinya.....	47
Tabel 4.3 Kelemahan dan kelebihan pemakaian pendingin.....	48



الجامعة الإسلامية
الاندونيسية



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mudik bagi banyak orang merupakan ritual tahunan yang dilakukan menjelang dan sesudah Lebaran. Untuk melakukan perjalanan jauh memerlukan kendaraan yang ekstra, dan sebagian besar menggunakan sepeda motor, sehingga kebutuhan akan pelumas mesin juga perlu diperhatikan.

Banyaknya produk pelumas mesin yang beredar di pasaran saat ini, maka kemasan (packaging) pelumas mesin dalam bentuk plastik yang menarik menjadi sesuatu yang sangat dibutuhkan. Tiap beberapa periode kemasan (packaging) perlu berganti model agar lebih menarik bagi konsumen. Sehingga diperlukan ide kreatif untuk membuat desain kemasan yang lebih menarik, praktis, dan inovatif.

Kemasan yang baru dapat menambah daya tarik konsumen untuk memakai produk tersebut yaitu dengan mendesain ulang kemasan yang sudah standart dipasaran, dengan memasukkan beberapa ide kreatif dengan tidak mengurangi ukuran dan bentuk kemasan.

CAD/CAM mempunyai peranan penting dalam industri manufaktur. CAD (Computer Aided Design) aktifitas menggunakan komputer dilengkapi dengan 2D, 3D modeling software yang digunakan untuk membuat permodelan gambar produk. CAM (Computer Aided Manufacturing) yaitu aktifitas menggunakan computer sebagai alat bantu dalam perancangan dan proses pengerjaan dari sebuah produk.

CAM dalam aplikasinya digunakan untuk mengetahui proses pengerjaan dari bahan menjadi produk dengan pengerjaan menggunakan mesin CNC termasuk melakukan pengestrakan kode mesin dan dapat diketahui estimasi lama waktu pengerjaan produk. Dalam perancangan ini digunakan software Autodesk Inventor 11 dan simulasi pemesinan menggunakan MasterCAM 9.

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana merancang atau mendesain suatu produk kreatif bermotif event tertentu dengan menggunakan *software Inventore 11*.
2. Bagaimana membuat cetakan model yang telah didesain tersebut menggunakan mesin *CNC Milling*.
3. Bagaimana menghasilkan produk sesuai dengan hasil perancangan dan menggunakan strategi permesinan yang ditetapkan.

1.3 Batasan Masalah

Pembatasan masalah dalam penelitian ini dilakukan untuk menyederhanakan dan mengarahkan penelitian agar sesuai dengan tujuan yang diharapkan, sehingga ruang lingkup pembahasan menjadi jelas dan tidak meluas.

Pembatasan masalah dalam penelitian ini meliputi hal-hal sebagai berikut :

1. CAD dengan menggunakan *software Inventor*.
2. CAM menggunakan *software MasterCAM 9*.
3. Membuat produk kemasan yang hanya berupa contoh model.
4. Model kemasan pelumas mesin dengan perbandingan (1:2).
5. Event yang dipilih lebaran.
6. Membuat cetakan menggunakan mesin CNC milling 3 axis, Pindad Fanuc model MC07PF.
7. Cetakan terbuat dari bahan alumunium cor untuk memudahkan dalam pencetakan produk.
8. Material isian yang dipakai dalam proses pencetakan berupa *resin dan katalis* dengan metode *cetak tuang*.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah pembuatan desain kemasan pelumas dengan menggunakan CAD/CAM dan membuat produk kemasan mulai dari merancang hingga menjadi model produk dengan menggunakan metode cetak tuang.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian dari pembuatan desain kemasan pelumas mesin bensin antara lain:

1. Mengetahui strategi yang tepat dalam perancangan dan pembuatan produk dengan nilai seni sesuai yang diinginkan oleh konsumen.
2. Merupakan upaya pengembangan pola pikir dan kreativitas mahasiswa dalam bidang pemesinan dan teknologi dengan menerapkan ilmu yang didapat selama kegiatan perkuliahan.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam sistematika penulisan tugas akhir ini diberikan uraian bab demi bab yang berurutan untuk mempermudah pembahasannya. Pokok-pokok permasalahan dalam penulisan ini dibagi menjadi lima bab. Latar Belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat, dan sistematika penulisan dijelaskan dalam *Bab I Pendahuluan*.

Bab II berisi penjelasan secara terperinci mengenai teori yang digunakan sebagai landasan untuk pemecahan masalah. Untuk menunjang dasar teori diperlukan data percobaan dan pengamatan terangkum dalam *Bab III*. *Bab IV* merupakan pembahasan dari penelitian yang telah dilakukan. Kesimpulan dan saran setelah melakukan penelitian dijelaskan pada *Bab V Penutup*.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Pembuatan kemasan

Industri plastik membuat berbagai macam produk kemasan dengan cara proses cetak tiup (*Blow Molding*), mulai dari kemasan pelumas mesin, minuman dan sampai makanan yang sering kita jumpai dalam kehidupan sehari-hari, dalam perijinannya industri memproduksi dengan kualitas tinggi seperti *PET (Poly Ethylene Terephthalate)* yaitu sejenis polyster atau resin thermoplastic untuk material serat.

Material ini baik untuk proses injection dan blow molding dengan investasi yang rendah, produksi yang singkat serta biaya pemeliharaan yang rendah. berikut gambar produk dari bahan PET seperti pada gambar 2.1:



Gambar 2.1 Produk dari bahan PET

2.2 Material Kemasan

Material kemasan yang dikenal secara luas ada bermacam-macam, ada 3 (tiga) jenis material utama yang biasa digunakan dalam pembuatannya, diantaranya adalah :

a. Kemasan kaca/glass

Pada awalnya kemasan kaca/glass digunakan untuk hiasan dan untuk menyimpan parfum. Dalam perkembangannya jenis ini juga digunakan untuk kemasan obat, parfum, dan minuman. Kemasan ini memiliki

kelemahan mudah pecah jika terbentur benda keras. Kelebihan dari kemasan ini tahan terhadap perubahan temperatur yang tinggi. Seperti terlihat pada gambar 2.2 di bawah ini contoh bentuk produk kemasan kaca/glass.



Gambar 2.2 *Produk kemasan kaca*

b. Kemasan plastik

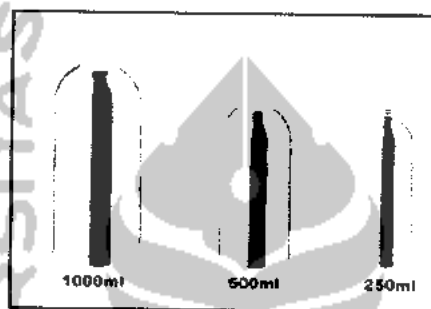
Jenis ini merupakan yang paling banyak ditemui sekarang ini. Karena sifatnya yang elastis, tahan terhadap benturan, tahan terhadap reaksi zat kimia tertentu. Kelemahan dari kemasan ini adalah tidak tahan terhadap panas. Kemasan plastik banyak digunakan sebagai tempat minuman, kemasan oli, obat, dan kemasan minyak goreng. Seperti terlihat pada gambar 2.3 di bawah ini beberapa contoh produk kemasan plastik.



Gambar 2.3 *Produk kemasan plastic*

c. Kemasan aluminium

Untuk jenis ini banyak digunakan untuk kemasan air minum isi ulang dan obat. Material aluminium dipilih karena sifatnya tahan terhadap korosi, awet, dan ulet. Kelebihan kemasan ini adalah tahan terhadap benturan, tahan terhadap perubahan temperatur, dapat menjaga temperatur didalamnya lebih lama. Ada pun kelemahannya adalah harganya yang relatif mahal. Seperti terlihat pada gambar 2.4 di bawah ini contoh produk dari kemasan aluminium.



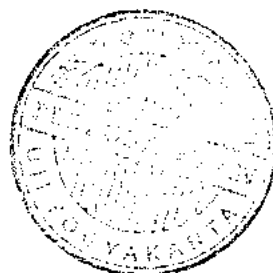
Gambar 2.4 Produk kemasan aluminium

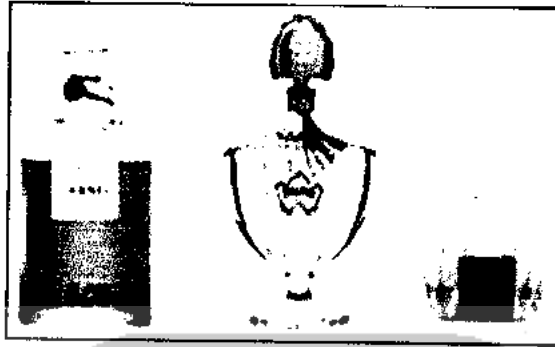
2.3 Bentuk Kemasan

Bentuk kemasan yang dikenal di masyarakat bermacam bentuknya. Kemasan juga harus dapat mempresentasikan isinya. Dari hal tadi membuat desain bentuk kemasan berbeda-beda, secara umum digambarkan sebagai berikut :

a. Desain Eksotis.

Kemasan ini sangat menarik dan memiliki desain yang rumit, juga memiliki relief sehingga kelihatan elegan. Biasanya kemasan jenis ini terbuat dari bahan kaca/glass. Contohnya adalah : kemasan parfum, botol wine dan lain sebagainya. Seperti terlihat pada gambar 2.5 dibawah ini beberapa contoh bentuk kemasan yang eksotis.

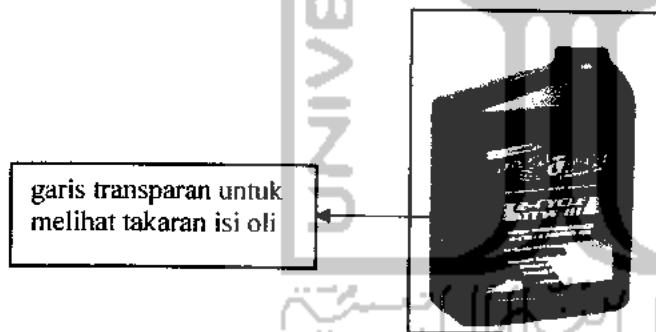




Gambar 2.5 Contoh bentuk kemasan yang eksotis.

b. Bentuk khas dan dan kuat tahan pecah.

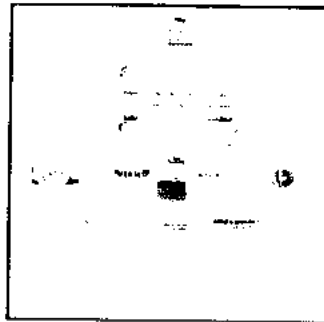
Desain kemasan yang menarik dan mudah dikenali merupakan ciri khas jenis ini. Selain itu juga kuat dan tahan pecah, oleh karena biasanya terbuat dari plastik. Kemasan jenis ini banyak digunakan untuk kemasan oli, minyak goreng dan lain-lain. Seperti terlihat pada gambar 2.6 di bawah ini contoh kemasan dengan bentuk khas dan kuat tahan pecah.



Gambar 2.6 kemasan dengan bentuk khas, kuat dan tahan pecah.

c. Desain transparan

Jenis ini merupakan paling banyak ditemui. Warna kemasan ini umumnya transparan (bening), desain yang cukup baik, dan bentuk yang disesuaikan dengan isinya sehingga orang mudah mengenalinya. Contohnya adalah botol air mineral, kemasan minyak goreng, kemasan kecap dan lain-lain. Seperti terlihat pada gambar 2.7 di bawah ini contoh kemasan transparan.



Gambar 2.7 Produk kemasan transparan

d. Desain khusus

Didesain untuk memudahkan para tuna netra dalam membedakan isi kemasan tanpa bantuan dari orang lain merupakan ciri khas jenis ini. Sehingga bentuknya bagus, dan juga mudah dipakai. Misalnya bentuk kemasan sabun dan shampo. Seperti terlihat pada gambar 2.8 di bawah ini contoh kemasan dengan bentuk khusus. (<http://www.gbottles.com/>)



a. Bentuk kemasan sabun



b. Bentuk kemasan shampo

Gambar 2.8 Perbedaan bentuk kemasan sabun dan shampoo

2.4 Jig and Fixture

Jig and Fixture merupakan alat bantu dalam proses manufacturing, untuk menghasilkan produk atau komponen yang seragam dan presisi. *Jig and Fixture* diperlukan untuk memegang dan menempatkan setiap komponen secara khusus.

Jig and Fixture mempunyai arti definisi yang sangat dekat dan kadang membingungkan. Perbedaan yang dapat disimpulkan, *Jig* merupakan alat untuk memegang, mendukung dan menempatkan benda kerja yang akan diproses, dan sekaligus mengarahkan *tools* dan operasinya. Sedangkan *Fixture* tidak mengarahkan *tools*. (Hoffman, 1996).

2.5 Lokator

Lokator berfungsi sebagai pengunci antara dua buah benda atau lebih. Ada 3 tipe bentuk dari lokator, yaitu :

1. *Plane locators*

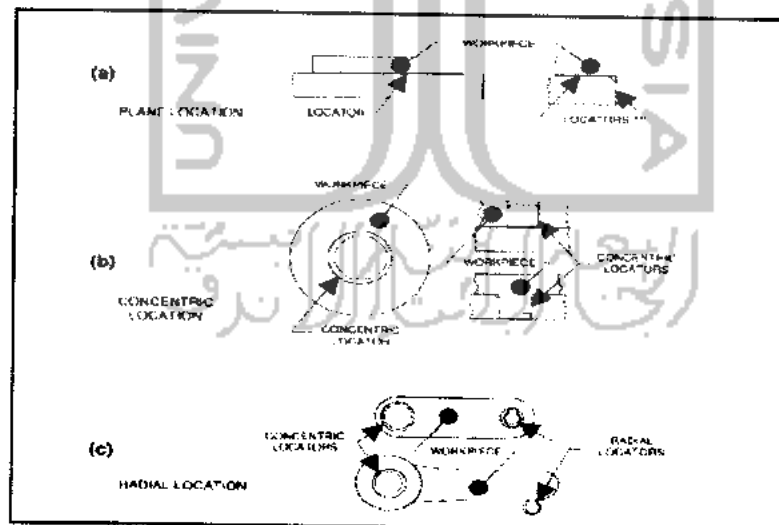
Plane lokator menempatkan benda kerja dari beberapa permukaan. Permukaan mungkin datar, berbentuk kurva atau mempunyai garis yang tidak rata seperti pada gambar 2.9a.

2. *Concentric locators*

Lokator jenis ini digunakan untuk menempatkan sebuah benda kerja dari sumbu tengah. Tipe yang paling umum dari lokator bentuk *cosentric* adalah lokator pin yang terletak pada sebuah lubang rata seperti pada gambar 2.9b.

3. *V locators*

Lokator *radial* membatasi perpindahan benda kerja mengelilingi lokator *cosentric* (gambar 2.9c). Pada beberapa kasus, lokator ini dikombinasikan dengan lokator *plane* dan lokator *concentric*



Gambar 2.9 Bentuk dari lokator. (Hoffman, 1996).

Untuk penempatan lokator maka harus dibatasi pergerakannya terhadap 12 derajat kebebasan seperti pada gambar 2.10 , kecuali kebebasan untuk suatu operasi.



Gambar 2.10 12 derajat kebebasan

2.6 Cetakan

Cetakan ialah suatu benda yang bertujuan untuk membuat produk dengan cara dicetak, agar proses pembuatan produk bisa dipercepat sehingga waktu yang dibutuhkan untuk membuat banyak produk yang sama menjadi sebentar. Disamping itu pula dengan menggunakan cetakan, membuat produk yang sama dengan jumlah yang banyak bentuk dan dimensinya akan sama persis. (Amanto dan Daryanto, 1999).

Ada beberapa macam bentuk cetakan yang digunakan, yang umum dan banyak digunakan ialah cetakan injeksi (*injection mould*), cetakan tiup (*blow mould*) dan cetakan tuang (*casting mould*). Salah satu bentuk dari cetakan dapat dilihat pada gambar 2.11:

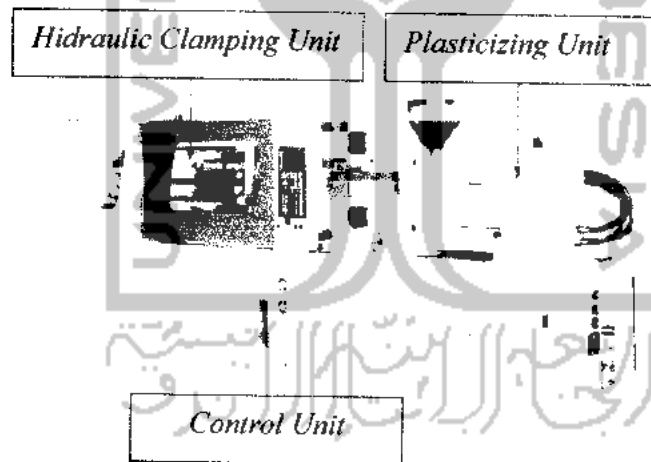


Gambar 2.11 Cetakan kemasan pelumas mesin bensin (www.injection-moulding.com)

2.6.1 Cetakan Injeksi (*Injection Molding*)

Bahan termoplastik yang tadinya berbentuk butiran dicairkan lalu diinjeksikan dalam rongga cetakan dimana bahan membeku. Bahan ini dapat diubah berulang kali dari bahan padat menjadi cairan tanpa mengakibatkan terjadinya perubahan susunan kimia, bahan ini sesuai untuk pemrosesan yang cepat. Kapasitas mesin cetak injeksi tergantung pada besar gaya tekan pada cetakan dan banyaknya bahan yang dapat diolah persiklus.

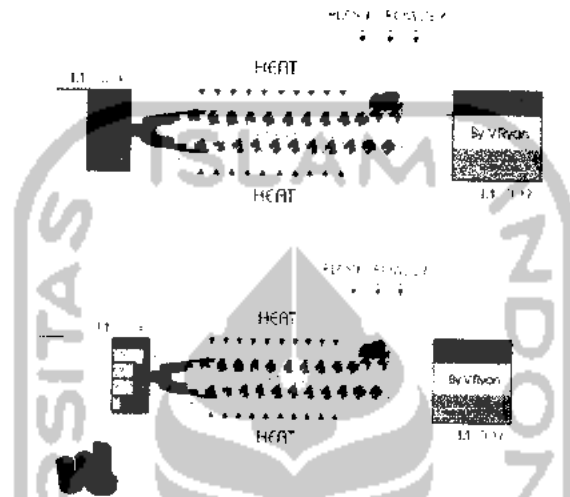
Umumnya mesin cetak injeksi mempunyai gaya tekan yang berkisar antara 0,4 hingga 22 MN, dan jumlah bahan yang dapat dicetak bervariasi antara satu gram sampai 9 kg. Pada gambar 2.12 tampak sebuah mesin tekan hidrolik berkapasitas 22 MN, yang mampu mencetak bahan sebanyak 9kg persiklus. Plastik mengalami praplastisasi dalam mesin hingga 180 kg perjam sebelum diinjeksikan dengan kecepatan $0,01\text{m}^3/\text{detik}$, tutup botol dan tempat sampah dicetak injeksi dalam mesin sejenis ini



Gambar 2.12 Mesin cetak injeksi untuk bahan plastik (www.technologystudent.com)

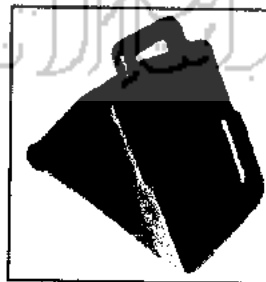
Pada Gambar 2.13. ada skema yang menggambarkan operasi mesin cetak injeksi. Bahan cetak diumpamakan di bawah pengaruh gaya gravitasi dan pengumpan (hopper) melalui alat pengukur, langsung masuk dalam ruang pemanas, dimana bahan mengalami plastisasi. Selanjutnya diinjeksikan ke dalam cetakan tertutup dibawah tekanan yang cukup besar.

Produk cetak akan mengeras dalam rongga cetakan dibawah pengaruh pendinginan air yang bersikulasi melalui saluran-saluran dalam cetakan. Setelah penekanan injeksi, penekan ditarik kembali, cetakan terbuka dan produk dikeluarkan dari cetakan. (B.H AMSTEAD teknologi mekanik)



Gambar 2.13 Skema mesin cetak injeksi (www.technologystudent.com)

Suhu ruang pemanas diatur antara 120-260 derajat celsius, tergantung pada bahan yang digunakan dan besarnya cetakan. Panas berasal dari beberapa kumparan tegangan listrik. Ruang dan cetakan harus cukup kuat, karena tekanan injeksi cukup tinggi dan dapat mencapai 200 Mpa, contoh produk dari hasil proses ini dapat dilihat pada gambar 2.14



Gambar 2.14 funnel(corong plastik)

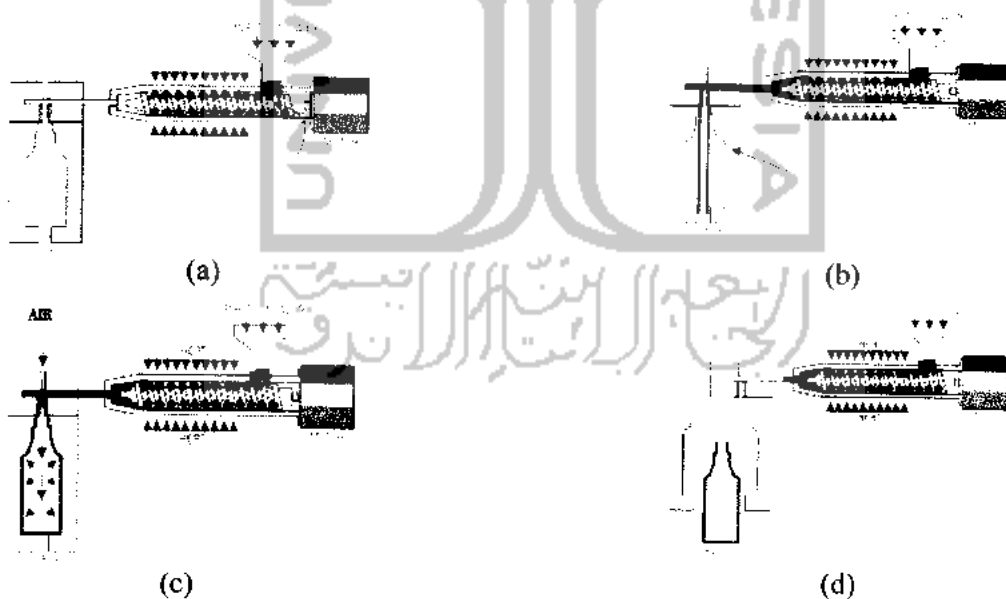
2.6.2 Cetakan Tiup (Blowing)

Cetakan tiup terbagi menjadi dua macam proses : Extrusion Blow Molding dan Stretch Blow Molding

2.6.2.1 Extrusion Blow Molding

Suatu silinder bahan plastik yang disebut *parison* diekstrusi secepat mungkin dan dijepit pada ujung cetakan-belah seperti tampak pada gambar 2.15. Pada waktu cetakan ditutup, parison dipotong dan akibat tekanan udara , bahan tertekan ke permukaan cetakan. Cetakan harus mempunyai saluran udara yang memadai agar permukaan produk mulus. Setelah produk cukup dingin, cetakan dibuka dan produk dikeluarkan.

Tampak sebuah mesin untuk membuat botol secara kontinyu. Suatu pipa yang terbuat dari bahan termoplastik diekstrusi dalam cetakan yang terbuka. Kedua ujung pipa plastik tersebut terjepit dan tertutup ketika cetakan ditutup dan udara tekan dialirkan ke dalam pipa kosong tersebut melalui pipa pusat dalam kepala cetakan.



Gambar 2.15 Skema mesin cetak tiup. (www.technologystudent.com)

Ket:

- a) : Biji Plastik dipanaskan untuk membuat parison.
- b) : Parison yang masih panas diekstrusi membentuk pipa.

- c) : Udara tekan dialirkan untuk meniup pipa kedinding cetakan membentuk botol.
- d) : Cetakan Botol di buka dikeluarkan.

Udara tekan mengembangkan plastik sehingga melekat pada dinding cetakan. Setelah didinginkan, plastik masih berada dibawah tekanan, tekanan udara diturunkan dan cetakan dibuka. Botol dikeluarkan dari cetakan dan mesin siap untuk siklus berikutnya, mesin cetak tiup dapat dilihat pada gambar 2.17 dan contoh produk dari proses ini dapat kita lihat pada gambar 2.16. (B.H AMSTEAD teknologi mekanik)



Gambar 2.16 Botol drigen



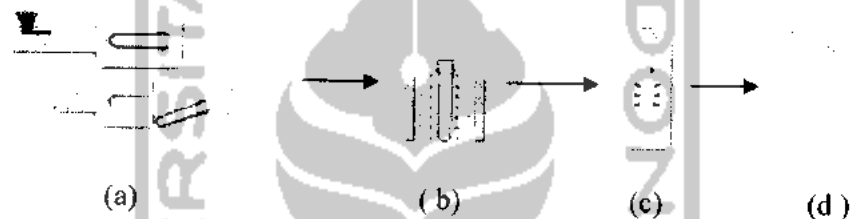
Gambar 2.17 Mesin cetak tiup (*Extrusion Blow*) (www.technologystudent.com)

2.6.2.2 *Stretch Blow Molding*

Biji plastik atau pallet yang berasal dari bahan resin thermoplastik biasa juga disebut PET. Pada proses ini dipilih bahan PET karena mempunyai sifat mulur, ulet, disamping itu molekul bersifat mengikat sehingga botol menjadi ringan dan kuat tanpa mengubah penampilan.

Pallet dikeringkan bertujuan untuk menghilangkan kelembaban sebelum diproses, Pallet yang berbentuk bulat kecil dimasukan ke dalam corong tuang. Ulir diputar lalu membuat bijih plastik bergerak melalui suatu bagian yang dipanaskan. Larutan pallet disuntikan ke rongga cetakan perform lalu didinginkan dengan cepat sehingga terbentuk perform.

Perform yang telah dipanaskan meregang akibat ditiup oleh udara bertekanan tinggi, untuk menguraikan perform ke seluruh dinding cetakan. Peregangan diterapkan dari dua arah pada sudut 90 derajat. isian produk dibuka dan dikeluarkan. Proses dapat dilihat pada gambar 2.18, dan Contoh produk dari proses ini dapat dilihat pada gambar 2.19.



Gambar 2.18 Skema Proses Stretch Blow

Ket :

- a) : Biji plastik di injeksi membentuk perform.
- b) : Preform dipanaskan bertujuan agar mudah mengurai saat ditiup.
- c) : Udara Tekan dialirkan untuk meniup perform kedinding cetakan dengan arah 90 derajat.
- d) : Tekanan udara dialirkan ke dalam cetakan, botol di buka dikeluarkan.

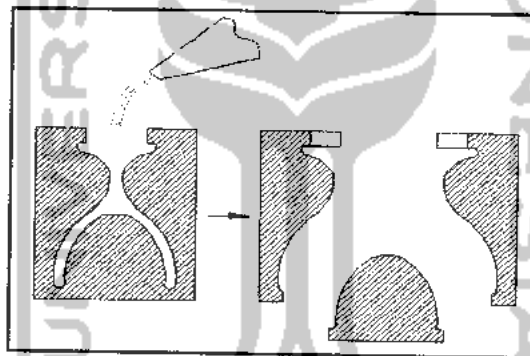


Gambar 2.19 Botol air mineral

2.6.3 Cetakan Tuang

Cetakan tuang banyak digunakan ketika mencetak logam tetapi tidak menutup kemungkinan untuk mencetak dengan bahan yang bukan logam. Jika dilihat dari segi biaya, cara tersebut akan lebih menguntungkan dibandingkan dengan cara membuat produk satu persatu dengan pemesinan atau secara manual.

Sebelum proses penuangan dilakukan haruslah ada sebuah cetakan. Untuk membuat model sesuai dengan produk yang akan dicetak. Model dan desain dibuat dengan bantuan CAD, setelah gambar jadi maka cetakan diproses pemesinan dan nantinya akan dijadikan sebagai master untuk pencetakan produk. Pembuatan cetakan hanya diperlukan satu saja yang terdiri dari beberapa bagian untuk membuat banyak produk yang sama. (Groover, 1996). Proses cetak tuang dapat dilihat pada gambar 2.20.



Gambar 2.20 Proses cetakan tuang

2.6.4 Cetakan Kompresi

Proses ini diawali dengan pengukuran jumlah resin thermosetting plastik yang dibutuhkan untuk ditempatkan pada rongga cetakan. Kemudian mold dipanaskan dan dikompresi sehingga cairan resin akan mengisi rongga cetakan dan mengalami proses pengerasan secara kimiawi sehingga bentuknya sesuai dengan mold.

Umumnya proses ini digunakan untuk resin phenolic, resin aldehyde, dan urea. Resin yang digunakan bisa berbentuk powder, granular, serpih, rope, dan rod. Siklus kerja proses ini cukup panjang, sekitar 3-20 menit. Temperatur cetakan

harus dipertahankan sepanjang proses dan range temperatur 250-400 F bergantung jenis materialnya.

Umumnya cetakan terbuat dari baja perkakas dan dipolishing sehingga finishing permukaan sangat baik. Produk yang dihasilkan sistem elektrikalotomotif, gear plastik, panel plastik, dsb.

2.7 Material untuk cetakan

Material yang digunakan adalah aluminium. Selain baik untuk pemesinan aluminium juga baik sebagai cetakan. Aluminium pertama kali ditemukan tahun 1825, berat jenis rendah ($\rho = 2.7... 2.85 \text{ kg/dm}^3$) dan kekuatan yang relatif tinggi dari paduan aluminium adalah faktor-faktor yang menyebabkan penggunaannya untuk motor yang bergerak (mobil) dan alat-alat rumah tangga.

Material cetakan standart biasa menggunakan 45% baja carbon untuk memudahkan saat permesinan, untuk pemenuhan kebutuhan produksi bisa juga menggunakan S 136 yaitu semacam baja tahan karat dengan kekerasan tinggi (HRC-30), dengan demikian cetakan akan lebih awet dalam pemakaian produksi yang lama.

Logam ini di alam terdapat dalam *bouxites* yang berupa oksida lumanium yang tidak murni, selain itu terdapat silika dan oksida besi. Untuk memisahkan Aluminium dari unsur-unsur tersebut, dikembangkan proses reduksi elektrolisa, sehingga dihasilkan Aluminium dengan kadar Al 90%- 98%. Berdasarkan atas jenis dan kegunaanya maka aluminium dapat dibedakan sebagai berikut:

2.7.1 Aluminium murni

Aluminium ini biasanya digiling, diekstruksi atau ditarik digunakan dalam bentuk batang masif, pipa, pelat, pita, kawat (kawat listrik) dan lembaran tipis (untuk pembungkus, kondensator dan isolasi panas). Bila dicor cetak digunakan biasanya untuk rotor sangkar bajing dari motor AC.

Karakteristik : Al dipijarkan sampai plastik lunak (tarik dalam), tetapi kekuatannya sangat bertambah bila dikerjakan dingin. Pada suhu 100°C kekuatan ini menurun drastis, tetapi pada suhu rendah akan naik lagi. Al bersifat non-magnetis, konduktor listrik yang baik (60 % Cu) dan juga konduktor panas (56 %

Cu). Al juga merefleksikan panas dan sinar (isolasi alfol), dapat dilas tetapi sukar disolder (adanya lapisan oksid).

Al tidak korosi seperti besi karena adanya lapisan pelindung dipermukaannya. Al tahan terhadap air murni, asam fosfat encer, asam nitrat konsentrat, dioksida belerang dan senyawa nitrogen lainnya, tetapi tidak tahan terhadap air laut, asam anorganik, soda, mortar dan beton. Pada titik temu dengan logam lain, Al perlu dicat atau diisolasi untuk mencegah terjadinya perusakan elektrolit. Al dapat dilas dengan las busur (oksidasi listrik).

Pengaruh elemen paduan yaitu besi membuat Al keras dan getas; timah hitam membuatnya bergelembung tetapi memudahkan dalam pengerjaan; tembaga meningkatkan kekerasan, magnesium memperbaiki kekuatan dan kemudahan pengerjaan, antimon dan titan ketahanan terhadap air laut dan mangan meningkatkan kekuatan dan anti karat.

Berat jenis Aluminium murni 2643 kg/m^3 sedangkan titik eutektik untuk Aluminium murni 660°C . Kekerasan permukaan Aluminium murni 17 BHN sedangkan kekuatan tarik maksimum adalah $4,9 \text{ kg/mm}^2$ (George Dietter, 1998).

2.7.2 Paduan Aluminium Tempa

Paduan ini dapat digiling, ditarik, diekstrusi, ditempa dan dilas. Yang terpenting diantaranya: paduan Al-Cu-Mg (Duralumin) yang berkekuatan tinggi, mudah dikerjakan tetapi kurang kuat menahan korosi; kemudian paduan Al-Mg-Si yang sangat tahan korosi dan pengantar listrik yang sangat baik.

Paduan Al-Mg dengan kekuatan tinggi dan tahan korosi terhadap air laut dan alkalis; paduan Al-Mg-Mn juga tahan terhadap air laut, tahan panas dan lebih mudah ditarik dalam (deep drawing), tetapi kekuatannya agak menurun; akhirnya paduan Al-Mn yang sangat tahan korosi dan biasa digunakan diindustri kimia dan industri bahan pangan.

2.7.3 Paduan Cor Aluminium

Paduan ini dipilih berdasarkan sifat penuangan (kemampuan mengisi cetakan dan besarnya penyusutan), terutama bila menyangkut cor cetak gravitasi. Untuk pembebanan mekanis yang sangat besar digunakan paduan yang

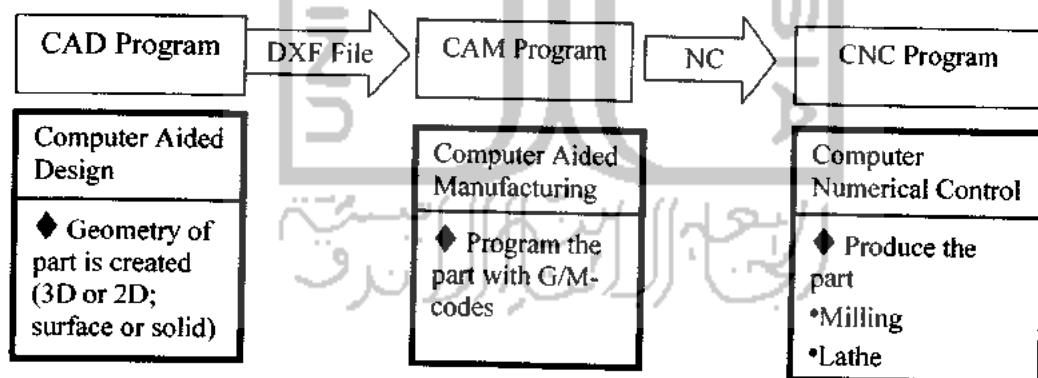
mengandung Si, misalnya silumin (keliatannya tinggi) atau paduan G-Al Si Mg silumin gamma dengan kecenderungan rendah untuk membentuk cekungan.

Paduan Al-Mg sulit dituang, tetapi tahan terhadap korosi (juga tahan terhadap air laut) dan dengan 5... 7% Mg mempunyai daya tahan panas yang baik (misalnya digunakan untuk kop silinder). Cor aluminium digunakan antara lain 30% sebagai cor pasir, 5% cor cetak gravitasi, 15% cor ekstrusi dan 5% cor sentrifugal.

Paduan khusus tanpa standart untuk torak dari motor bakar memiliki koefisien pemuaian yang rendah pada ketahanan panas yang tinggi dan sifat luncur yang baik (misalnya GK-Al Si 12 Cu Ni untuk motor 4 tak). Dengan metoda Al-Fin ada kemungkinan untuk menuang pita baja dan cincin bersama-sama cor aluminium (misalnya untuk tromel rem).

2.8 CAD/CAM

Didalam dunia industri saat ini penggunaan CAD/CAM penting untuk membuat berbagai macam bentuk dari cetakan, skema hubungan antara CAD/CAM dalam proses manufaktur dapat dilihat pada gambar 2.21.



Gambar 2.21 Skema hubungan Antara CAD/CAM.

Dalam pembuatan desain digunakan software *inventor 11*. CAD mempunyai peran penting pada proses pengembangan produk dengan menciptakan, menyajikan, dan memanipulasi model geometris dari suatu objek. Dibandingkan dengan teknik penggambaran traditional dengan menggunakan pensil dan penggaris, fungsi dan keistimewaan *CAD* antara lain :

1. Dengan cepat membuat desain yang rumit dari sketsa yang ada.
2. Dapat dengan mudah membuat gambar suatu produk, baik dalam merubah dimensi dan gambar yang diinginkan karena dengan menggunakan CAD tidak perlu menggambar ulang jika terjadi kesalahan dimensi yang diberikan cukup mengedit pada dimensi yang kita inginkan.
3. Dapat mensimulasikan mekanisme produk yang dirancang, sehingga kita dapat mengetahui cara kerja dari produk yang dirancang dengan mudah.

CAM (Computer Aided Manufacturing) merupakan sebuah aktivitas yang menggunakan computer sebagai alat bantu dalam perancangan dan proses pengerjaan dari sebuah produk. CAM dalam aplikasinya digunakan untuk mengetahui proses-proses pengerjaan dari sebuah bahan menjadi benda produk dengan pengerjaan secara otomatis, dalam hal ini dengan menggunakan mesin CNC (Computer Numerical Control).

Dengan menggunakan software-software CAM kita dapat mensimulasikan proses pemakanan benda kerja pada mesin CNC termasuk melakukan pengestrakan kode mesin, dan yang terpenting dapat diketahui estimasi lama waktu pengerjaan benda.

CAD dan CAM mempunyai keterkaitan yang sangat erat. Keterkaitan ini dikarenakan antara software CAD (Software Inventor) dan CAM harus bekerja sama dalam melakukan proses perancangan. Jadi setelah dilakukan pemodelan dalam CAD kemudian dilanjutkan dengan pensimulasian dalam CAM kemudian di dapat data-data mengenai proses-proses pengerjaan benda mulai dari ukuran mata pahat yang digunakan, jenis bahan baku, hingga set kecepatan-kecepatan yang digunakan dalam mesin CNC nantinya.

Aktivitas dari CAD/CAM dapat dimungkinkan karena dalam proses desain menggunakan CAD gambar yang kita buat tersimpan dalam bentuk kumpulan data dengan format tertentu. Data inilah yang nantinya dibaca oleh masing-masing software dan diterjemahkan menjadi gambar sebuah objek.

Kemasan entitas antar software tidak semuanya sama, oleh karena itu dalam melakukan transfer dari satu software ke software lain kadang perlu dilakukan proses konversi untuk menterjemahkan entitas-entitas tersebut. Jadi

dalam proses perancangan antara CAD dan CAM tidak dapat berdiri sendiri dan semuanya harus saling bekerja sama karena masing-masing mempunyai kelebihan dan kekurangannya sendiri.

Dalam CAM biasanya yang dibuat adalah sebuah cetakan karena produk yang dibuat dalam jumlah besar sehingga untuk menekan biaya produksi pembuatan produk dalam part-part yang terpisah dan dengan pengerjaan yang terpisah pula.

Dalam pembuatan cetakan dibedakan dalam 2 bentuk :

1) Cetakan Injeksi

Yaitu tipe cetakan yang cekung kedalam sehingga dalam pembuatannya tinggal menginjeksikan bahan baku ke dalam cetakan tersebut.

2) Cetakan Press

Tipe cetakan yang bentuknya timbul. Dalam proses pembuatan produk cetakan ini digunakan sebagai alat pressing.

2.9 Proses Pemesinan

Untuk mendapatkan bentuk kemasan yang beragam, industri menggunakan mesin bubut, EDM, dan CNC yang merupakan rangkaian proses pengerjaan pemesinan yang saling terkait satu sama lain untuk mendapatkan bentuk cetakan yang sempurna. Volume akhir yang pas, parting line yang tipis merupakan tolak ukur keberhasilan dari proses ini.








2.9.1 Klasifikasi Proses Pemesinan

Proses pemesinan merupakan pembentukan benda kerja (*work piece*) sesuai dengan bentuk atau ukuran yang diinginkan dengan memotong bagian-bagian tertentu dari benda kerja melalui proses pemesinan. Pemesinan biasanya dilakukan untuk menghasilkan bentuk dengan toleransi dimensi yang tinggi, permukaan yang halus dan geometri yang rumit.

Pada dasarnya pahat yang bergerak relatif terhadap benda kerja waktu pemesinan akan menghasilkan geram dan sementara itu permukaan benda kerja secara bertahap akan terbentuk menjadi komponen yang dikehendaki, menurut

jenis kombinasi dari gerak potong dan gerak makan maka proses pemesinan dikelompokkan menjadi tujuh macam proses yang berlainan, yaitu :

1. Proses Bubut (*turning*)
2. Proses Gurdi (*drilling*)
3. Proses Freis (*milling*)
4. Proses Gerinda rata (*surface grinding*)
5. Proses Gerinda Silindrik (*cylindrical grinding*)
6. Proses Skrap (*shaping*)
7. Proses Gergaji atau Parut (*sawing*)

Jenis proses		Gerak potong	Gerak makan
Bubut		Benda Kerja m/min	Pahat mm/min
Gurdi		Pahat m/min	Pahat mm/min
Freis		Pahat m/min	Benda kerja mm/min
Gerinda rata		Pahat m/s	Benda kerja
Gerinda silindrik		Pahat m/s	Benda kerja l&2
Sekrap meja (a) Sekrap (b)		a benda kerja b pahat m/min	a benda kerja b pahat m/min
Parut dan Gergaji		Pahat m/min	

Gambar 2.22 Proses pemesinan (Sumber : Rochim, 1993)

2.9.2 Parameter Pemesinan


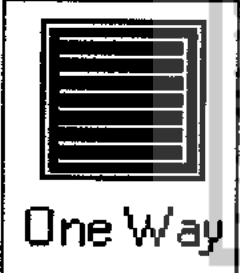

Proses pemesinan merupakan langkah lanjut setelah membuat atau merancang desain. Ada beberapa macam strategi pemesinan dan parameter-parameter pemesinan yang ditentukan, yaitu :

1. Pemilihan jenis pahat disesuaikan dengan benda kerja dan desain yang akan dibuat.
2. Parameter-parameter yang ditentukan :
 - *Step over* : Langkah pemakanan arah sumbu X dan Y dalam mm

- *Step down* : Langkah pemakanan arah sumbu Z dalam mm.
- *Feed rate* : Kecepatan pemakanan arah sumbu X dan Y (mm/s).
- *Plunge rate* : Kecepatan pemakanan arah sumbu Z dalam mm/s.
- *Spindle speed* : Kecepatan putar *spindle* dalam rpm.

3. Beberapa contoh dari strategi pemesinan dapat dilihat pada tabel 2.1 :

Tabel 2.1. Beberapa jenis dari strategi pemesinan :

Jenis strategi pemesinan	Keterangan
 <p data-bbox="408 954 584 1010">Zigzag</p>	<p data-bbox="667 707 1337 842">Strategi ini mendefinisikan arah pemesinan dalam dua arah dengan sudut tertentu. Strategi ini meningkatkan kehalusan tetapi bisa memakan waktu yang lama.</p>
 <p data-bbox="392 1312 600 1368">One Way</p>	<p data-bbox="667 1077 1337 1245">Strategi ini mendefinisikan jalannya pahat bolak balik sepanjang sumbu X dengan sudut tertentu, pada strategi ini waktu yang digunakan cukup lama karena pahat sering terangkat, dan kembali pada arah X dengan sudut tertentu.</p>
 <p data-bbox="384 1637 608 1693">True Spiral</p>	<p data-bbox="667 1413 1337 1559">Strategi ini mendefinisikan dalam arah <i>spiral</i>. Pada saat pahat mencapai sisi pertama <i>relief</i>, pahat akan diangkat dan meneruskan disisi lain <i>relief</i>. Strategi ini memungkinkan pemesinan keseluruhan <i>relief</i>.</p>

Ada tiga langkah pengerjaan yang akan dilakukan pada saat strategi pemesinan yaitu :

1. *3D Area Clearance(roughing)*

3D Area Clearance merupakan proses pemesinan dimana hasil dari proses ini masih kasar atau tidak halus seperti motif yang telah dibuat. Dalam pengerjaan kasar, pahat harus memakan material dalam waktu singkat.

2. *Semi Finishing*

Proses *semi Finishing* ini merupakan proses pemakanan sisa *3D Area Clearance*. proses ini bertujuan untuk menghasilkan bentuk relief tetapi belum sempurna. Dengan menggunakan pahat yang lebih kecil dari pada proses roughing.

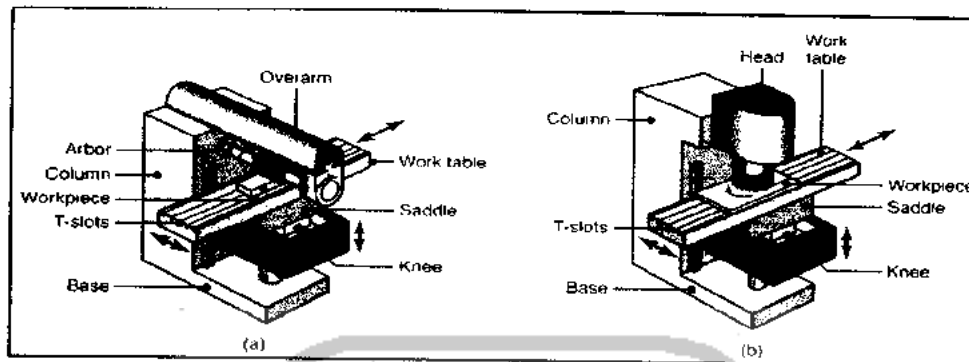
3. *Finishing*

Proses *Finishing* ini merupakan proses pemakanan sisa *semi finishing*, bertujuan untuk menghasilkan bentuk relief yang halus dan sempurna sesuai keinginan. Pada proses ini digunakan pahat yang lebih kecil disesuaikan dengan ukuran relief yang terkecil.

2.9.3 *CNC Milling*

Ada berbagai jenis mesin *CNC*, salah satunya adalah jenis *CNC milling*. *Milling* merupakan sebuah proses pemesinan yang mampu memproduksi berbagai macam konfigurasi yang menggunakan pahat *multitooth*. Mesin *CNC milling* mempunyai dua tipe yaitu mesin *milling* horizontal dan mesin *milling* vertikal. Yang membedakan keduanya adalah letak dari spindelnya.

Skema mesin *milling* horizontal dan vertikal dapat dilihat pada gambar 2.23 di bawah ini.



Gambar 2.23 Skema mesin milling horizontal dan mesin milling vertikal.

(Kalpakjian 2006)

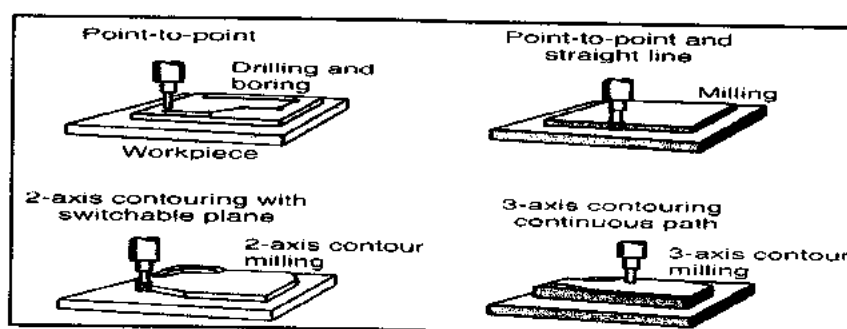
Proses *milling* dipengaruhi oleh beberapa parameter, yaitu :

- Kecepatan potong (*cutting speed*) : v (m/min)
- Kecepatan makan (*Feeding speed*) : V_f (mm/min)
- Kedalaman pemotongan (*depth of cut*) : a (mm)
- Waktu pemotongan (*Cutting time*) : t_c (min)

2.9.4 Kontrol Gerakan Pahat

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

- *Point to point*, yaitu pergerakan pahat melakukan proses pemakanan dari satu titik ke titik yang lain.
- *Contouring* atau *Continuous Path*, yaitu pergerakan pahat dalam proses pemakanan dengan alur yang kompleks, seperti kurva, lingkaran, dan lain-lain. (Kalpakjian, 2006)



Gambar 2.24 Pergerakan pahat pada mesin CNC Milling. (Kalpakjian, 2006)

2.9.5 Sumbu Mesin

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

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

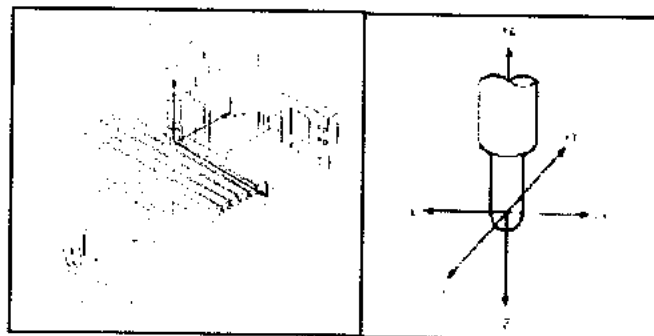
Pada mesin perkakas, gerakan poros-porosnya ortogonal, artinya sumbu X, sumbu Y, dan sumbu Z saling tegak lurus sesuai dengan *right-hand standard cartesian coordinate system*. Seperti pada gambar 2.25 di bawah ini merupakan gambar skema *right-hand standard cartesian coordinate system*. (Krar dan Gill, 1990)



Gambar 2.25 *Right-Hand Standard Cartesian Coordinate System*

Tata nama sumbu mesin milling vertikal :

- Sumbu Z : Sejajar sumbu putar spindel
(Z+) : Memperbesar benda kerja.
- Sumbu X : Sejajar arah slot meja.
(X+) : Kearah kanan bila kita menghadap ke mesin.
- Sumbu Y : Tegak lurus arah slot meja.
(Y+) : Kearah depan bila kita menghadap mesin.



Gambar 2.26 *Sumbu koordinat mesin milling vertikal*

2.9.6 Proses Pemesinan *Surface Contouring (Roughing)*

Pada proses ini hasil yang didapat masih kasar, sehingga bentuk relief pada benda kerja akan tampak namun bentuknya belum sempurna. Pemakanan pada proses ini dilakukan secara bertahap sesuai dengan kedalaman dari *stepdown*. Jenis pahat yang dipakai adalah *ball nose* dengan diameter besar. Pahat jenis ini ujungnya berbentuk bulat (*ball nose*). Pahat ini dapat dipakai pada saat proses *semi finishing* dengan diameter pahat yang lebih kecil dari pada proses *roughing*.



Gambar 2.27 Proses *Surface Contouring*

2.9.7 Proses Pemesinan *End Milling (Finishing)*

Proses pemesinan pada bagian permukaan benda kerja sesuai bentuk (kontur) atau dimensi dari relief yang diinginkan.. Jenis pahat yang dipakai adalah *end mill* dengan diameter kecil tergantung dari reliefnya. Pahat jenis ini ujungnya berbentuk persegi. Pada proses ini diameter pahat yang digunakan kecil dengan tujuan agar dapat menjangkau semua relief yang telah dibuat.



Gambar 2.28 Proses *End Milling*

2.9.8 Cairan Pendingin (*Coolant*)

Proses pendinginan merupakan salah satu elemen penting dalam proses pemesinan. Penggunaan cairan pendingin mempunyai manfaat antara lain :

- a. Mengurangi friksi/gesekan yang terjadi antara pahat, geram/*chip*, dan benda kerja.
- b. Mengurangi temperatur panas yang terjadi pada pahat dan benda kerja.

- c. Memperpanjang umur pahat.
- d. Membersihkan sisa proses pemesinan (geram).
- e. Melindungi benda kerja dan komponen mesin dari korosi. (Oswald dan Muñoz, 1997)

2.9.8.1 Jenis Jenis Cairan Pendingin

Beberapa jenis cairan pendingin yang biasa dipakai dalam proses pemesinan, antara lain:

- a. Cairan sintetik
Cairan ini merupakan larutan murni atau larutan permukaan aktif. Larutan murni ini tidak bersifat melumasi, biasanya dipakai untuk menyerap panas yang terjadi pada proses pemesinan.
- b. Cairan emulsi
Cairan ini terbentuk dari air yang mengandung unsur minyak. Cairan digunakan untuk melumasi pahat dan benda kerja juga digunakan untuk mengurangi panas yang terjadi pada proses pemesinan
- c. Cairan semi sintetik
Cairan ini merupakan gabungan dari cairan sintetik dan cairan emulsi.
- d. Minyak (*cutting oils*)
Cairan ini terbuat dari kombinasi mineral minyak bumi dan minyak nabati. (Meyers dan Slattery, 2001)

2.9.8.2 Pemakaian Cairan Pendingin

Cairan pendingin harus dialirkan ke daerah pemakanan dan dijaga alirannya pada proses pemakanan material. Aliran cairan pendingin yang tidak berkesinambungan akan mengakibatkan bidang aktif pahat mengalami beban *thermal* yang berfluktuasi. Contohnya pada material pahat karbida dan keramik, pemuaihan dan pengerutan akibat *thermal* yang terjadi pada mata pahat akan mengakibatkan retak mikro yang dapat mengakibatkan kerusakan fatal pada mata pahat. (Rochim, 1993)

2.10 Proses Pemolesan

Korosi dapat didefinisikan sebagai proses kerusakan logam atau konstruksi karena pengaruh lingkungan. Lingkungan yang dimaksud dapat berupa udara terbuka atau tertutup, air laut, air tawar, tanah ataupun zat-zat kimia seperti banyak ditemui pada pabrik-pabrik petrokimia.

Secara siklik proses korosi dapat dipandang sebagai kembalinya logam ke bentuk semula yang disertai hilangnya sifat-sifat tertentu yang menjadi dasar penggunaannya. Dalam pengolahan logam mulai dari bentuk bijih oksida besi hingga produk jadi, logam mengalami perubahan sifat yang diikuti dengan bertambahnya energi Gibbs.

Proses korosi adalah sesuatu yang alamiah, karenanya tidak mungkin untuk menghentikannya sama sekali, yang dapat dilakukan adalah mengendalikan atau mengurangi laju penjalaran korosinya. (*Jurnal POROS Volume 9 Nomor 2, April 2006*).

Dalam proses poles ini disamping untuk menghindari karat juga menghilangkan sisa geram dari hasil proses permesinan dan menghaluskan permukaan cetakan semaksimal mungkin agar menghasilkan produk yang baik saat dicetak.

2.11 Pengendalian mutu dan Pemeriksaan

Yang dimaksud dengan kualitas atau mutu dapat dilihat dari 2 sisi, yakni sisi sebagai konsumen dan sebagai produsen. Dari sisi seorang konsumen, produk dikatakan bermutu baik adalah produk yang layak dan baik digunakan konsumen, atau dapat dikatakan mutu suatu produk berkaitan dengan enak atau tidak enaknya produk itu digunakan, ("*quality of fitness for use*") (Ariani & Dorothe Wahyu, 1999).

Dari sisi produsen, mutu suatu produk adalah keadaan fisik, fungsi, dan sifat suatu produk yang dapat memenuhi selera dan kebutuhan konsumen sesuai dengan nilai uang yang telah dikeluarkan. Dari sisi pandangan tersebut, dapat disimpulkan bahwa mutu adalah standar untuk menentukan bagus atau tidaknya suatu produk, yang diinginkan berdasarkan keinginan konsumen.

Kuafitas dikatakan baik, jika produk tersebut sesuai dengan standar yang telah ditentukan. Standar tersebut berasal dari permintaan konsumen dan telah disepakati bersama, karena kebutuhan konsumen yang paling diutamakan dan memanfaatkan serta menggunakan produk-produk yang dihasilkan sehingga konsumen merasa puas. Keberhasilan dan kegagalan suatu produk dipasaran ditentukan dari kualitas dari produk tersebut.

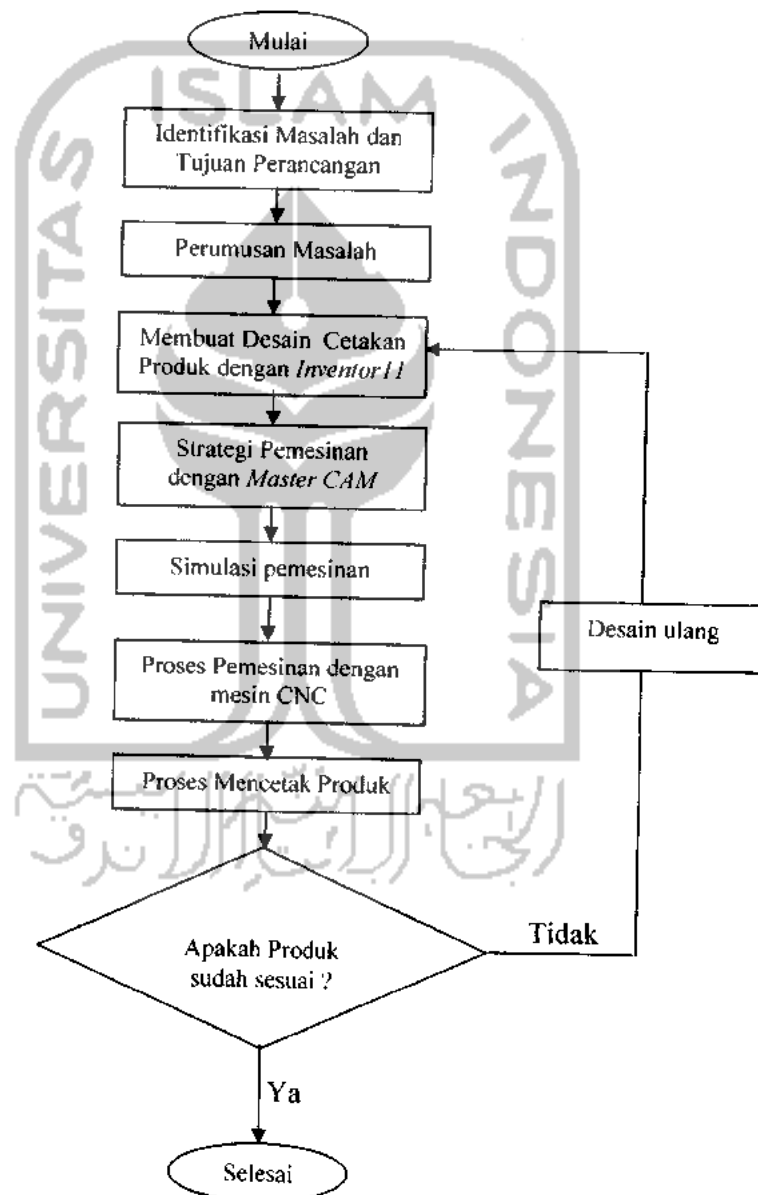
Jadi pengertian pengendalian kualitas itu sendiri adalah kegiatan menyeluruh mulai dari pengendalian standar mutu bahan , standar proses produksi, barang setengah jadi , barang jadi, sampai standar pengiriman produk akhir ke konsumen, agar barang yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi mutu yang direncanakan produk. (*Jurnal POROS Volume 9 Nomor 2, April 2006.*)



BAB III PERANCANGAN PRODUK

3.1 Diagram Alir Perancangan Produk

Perancangan produk dapat dilihat pada diagram alir dibawah ini :



3.2 Konsep Desain

Konsep adalah sebuah gambaran atau perkiraan mengenai teknologi, prinsip kerja, dan bentuk produk. Sebuah produk dapat memuaskan pelanggan dan dapat sukses di pasaran tergantung pada nilai yang tinggi untuk ukuran kualitas yang mendasari konsep. (Karl, Steven, 2001)

Pembuatan desain merupakan tahapan awal dalam sistem manufaktur. Desain harus dibuat sesuai dengan keadaan sebenarnya atau sesuai estetika dan *usability* (kemudahan dalam menggunakan barang). Sebuah karya desain dianggap sebagai kekayaan intelektual karena merupakan hasil buah pikiran dan kreatifitas dari pendesainnya. (Papanek, 1971).

Pada perancangan kemasan pelumas ini mencoba untuk mengangkat sebuah konsep mudik lebar dengan bentuk kemasan pelumas yang standart dengan menambahkan motif tertentu dan tulisan SAE 20W-50 (tingkat viskositas atau kekentalan oli), produk tersebut berupa kemasan pelumas yang biasanya dipakai pada mesin bensin (seperti pada gambar 3.1)



Gambar 3.1 Kemasan pelumas mesin bensin

Penampilan sebuah produk harus mempunyai daya tarik. Daya tarik pada kemasan ini dapat digolongkan menjadi dua, yaitu :

a. Daya tarik visual (estetika)

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

b. Daya tarik praktis (fungsional)

Daya tarik praktis merupakan efektivitas dan efisiensi suatu kemasan yang ditujukan kepada konsumen maupun distributor. Misalnya : dengan menambahkan fillet pada beberapa bagian dari kemasan Beberapa alasan menambahkan fillet pada kemasan antara lain :

- Dapat melindungi produk dari benturan benda keras.
- Memudahkan dalam penyimpanan atau pemajangan produk
- Mudah untuk pengepakan produk..
- Memudahkan pemakai untuk menghabiskan isinya..

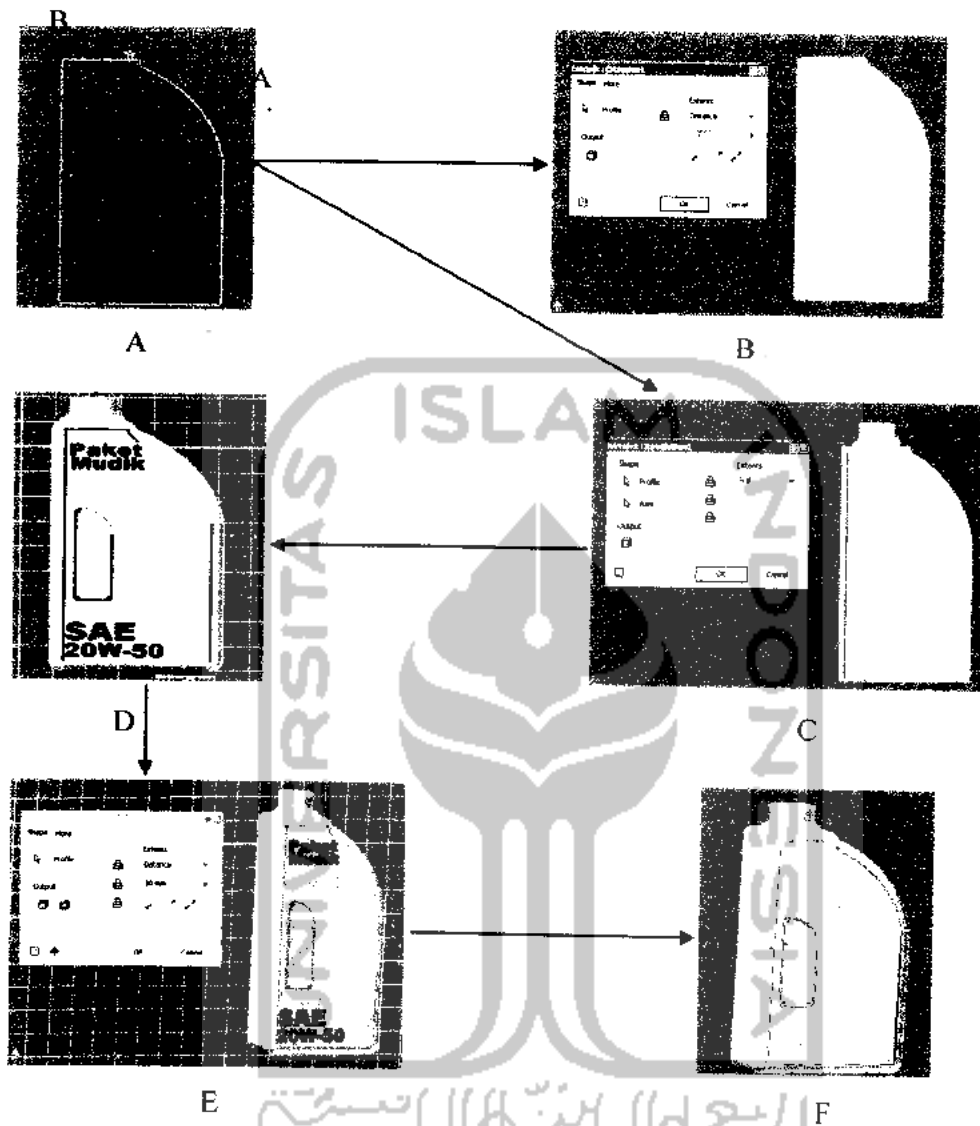
3.3 Membuat Desain Produk

Untuk membuat desain produk digunakan *software CAD* jenis *Autodesk Inventor*. Dengan memperhatikan beberapa konsep/desain sehingga diperoleh hasil produk kemasan pelumas yang bagus, standart, berelief sebagai identitas/ciri khas pada produk kemasan pelumas, penambahan beberapa fillet pada sudut yang tajam memudahkan untuk penuangan isi dari pelumas dan pengepakan produk.

Pada penelitian ini proses desain meliputi dua tahap. Langkah pertama adalah desain 2 D. Pembuatan desain 2D menggunakan metode 2D sketch pada *software AutoDesk Inventor*. Sketch ini sebagai dasar untuk menentukan ukuran dan bentuk awal kemasan.

Langkah yang kedua adalah membuat desain 3D. Tahap ini merupakan gambar komputer yang mempresentasikan benda aktual dan memuat informasi fisik tentang benda tersebut. Pembuatannya bentuk 3D ini menggunakan fitur *extrude* dan *Revolve* dengan memilih profil sketch 2D, sehingga menjadi sebuah desain kemasan. dilanjutkan dengan pemberian relief pada permukaan kemasan dengan menggunakan profil sketch 2D (text, line, fillet) kemudian digunakan fitur *extrude*. Secara lengkap urutan proses desain dapat dilihat pada gambar 3.2 di bawah ini:





Gambar 3.2 Urutan proses desain kemasan

Keterangan :

- A) : Proses *sketch* 2D
- B) Proses *extrude* pada *sketch* A.
- C) Proses *revolve* pada *sketch* B.
- D) Pembuatan *sketch* relief pada kemasan.
- E) Proses *extrude* pada relief.
- F) Desain kemasan be-relief.

3.4 Membuat Desain Cetakan

Pembuatan desain cetakan masih menggunakan bantuan *software inventor*. Pada *software inventor* tersedia fasilitas menu *Derived component* pada menu *part feature* aplikasi ini berfungsi untuk membuat cetakan dari produk yang telah digambar pada *Assembly* secara otomatis.

Metode pencetakan produk yang dilakukan adalah cetak tuang (*cast moulding*), maka desain cetakan terdiri dari dua bagian yaitu cetakan bagian kanan dan cetakan bagian kiri.

3.4.1 Membuat Desain Cetakan Bagian Kiri

Desain cetakan bagian kiri terlihat pada gambar 3.3 Pada cetakan bagian kiri terdapat 2 lubang pada sisi sudut dari cetakan yang mana lubang ini berfungsi sebagai tempat lokator.



Gambar 3.3 Cetakan Bagian Kiri

3.4.2 Membuat Desain Cetakan Bagian Kanan

Pada cetakan bagian kanan pada dua sisi sudut cetakan yang menonjol atau disebut lokator. Sehingga antara cetakan bagian kiri dan cetakan bagian kanan pada saat melakukan pencetakan lokator ini berfungsi sebagai pengunci, sehingga kedua cetakan saling merapat., seperti pada gambar 3.4



Gambar 3.4 Cetakan Bagian Kanan

3.5 Simulasi Pemesinan

Sebelum melakukan proses pemesinan yang sesungguhnya terlebih dahulu melakukan proses simulasi pemesinan, agar dapat diketahui bagaimana proses pemesinan akan berjalan dan bentuk dari benda kerja yang akan dihasilkan. Pada pengerjaan pembuatan cetakan dilakukan tiga proses pemakanan, proses pemakanan kasar (*roughing*), proses *semi finishing* dan proses penghalusan (*finishing*). Parameter-parameter yang dilakukan dalam proses simulasi pemesinan yaitu :

1. Mengatur jenis dan ukuran pahat yang digunakan pada tiap-tiap proses.
2. Mengatur *Dia. Offset number* dan *Length offset number*
3. Mengatur kecepatan pemakanan (*feed rate*).
4. Mengatur kecepatan putar *spindle (spindle speed)*.
5. Mengatur strategi pemesinan.

Pada simulasi pemesinan kedua bagian cetakan parameter-parameter *Toolpaths* yang digunakan tidak berbeda atau sama dari percobaan-percobaan simulasi yang telah dilakukan dan melihat proses pemesinan yang akan dilakukan maka didapat parameter-parameter *Toolpaths* seperti terlihat pada tabel 3.1 dan 3.2.

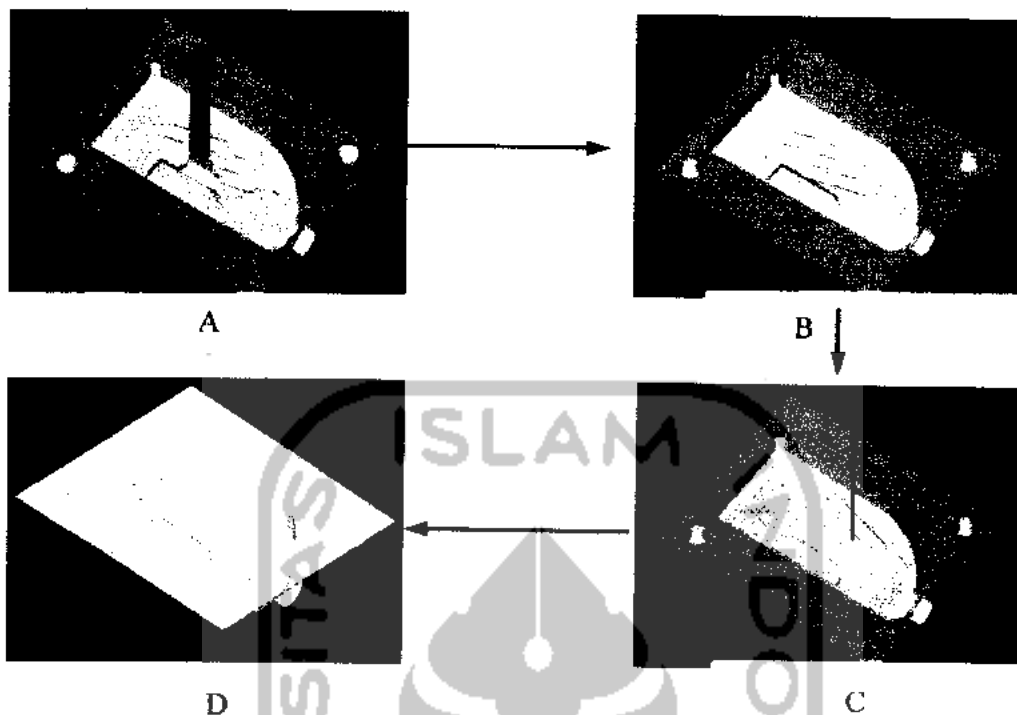
Tabel 3.1 Parameter Toolpaths Cetakan pada bagian kiri

No	Keterangan	Alluminium		
		<i>Roughing</i>	<i>Semi finishing</i>	<i>Finishing</i>
1	<i>Tool D (mm)</i>	8	3	1
2	<i>Type Tool</i>	<i>Ball nose</i>	<i>Ball nose</i>	<i>End Mill</i>
3	<i>Step over (mm)</i>	0.5	0.25	0.05
4	<i>Length offset number</i>	2	3	4
5	<i>Feed Rate (mm/s)</i>	350	185	85
6	<i>Plunge Rate (mm/s)</i>	3	2	2
7	<i>Retract Rate (mm/s)</i>	150	150	150
8	<i>Spindle Speed (rpm)</i>	2500	2546	5500
9	<i>Number of flutes</i>	2	3	4
10	Strategi pemesinan	<i>Constant Scallop</i>	<i>Scallop</i>	<i>Scallop</i>

Tabel 3.2 Parameter Toolpaths Cetakan pada bagian kanan

No	Keterangan	Alluminium		
		<i>Roughing</i>	<i>Semi finishing</i>	<i>Finishing</i>
1	<i>Tool D (mm)</i>	10	3	1
2	<i>Type Tool</i>	<i>Ball nose</i>	<i>Ball nose</i>	<i>End Mill</i>
3	<i>Step over (mm)</i>	0.5	0.25	0.05
4	<i>Length offset number</i>	1	2	3
5	<i>Feed Rate (mm/s)</i>	300	120	120
6	<i>Plunge Rate (mm/s)</i>	10	3	8
7	<i>Retract Rate (mm/s)</i>	150	150	150
8	<i>Spindle Speed (rpm)</i>	2500	2500	5000
9	<i>Number of flutes</i>	1	2	3
10	Strategi pemesinan	<i>Constant Scallop</i>	<i>Scallop</i>	<i>Scallop</i>

Setelah didapat parameter-parameter seperti diatas maka dapat dilakukan simulasi pemesinan adapun proses simulasi pemesinan bagian kanan dan kiri hampir sama yang membedakan hanya lama waktu yang digunakan berikut adalah hasil dari proses simulasi :



Gambar 3.5 Proses Simulasi Pemesinan

Keterangan :

- A) : Simulasi pemesinan pada proses roughing.
- B) : Simulasi pemesinan pada proses semi finishing.
- C) : Simulasi pemesinan pada proses finishing.
- D) : Hasil dari simulasi pemesinan.

Setelah dilakukan simulasi pemesinan, maka didapat waktu simulasi seperti pada tabel berikut :

Tabel 3.3. waktu simulasi pada cetakan bagian kiri

N0	Keterangan	Waktu
1	Proses roughing	15 menit
2	Proses semi finishing	60 menit
3	Proses finishing	660 menit
Total		735 menit

Tabel 3.4. waktu simulasi pada cetakan bagian kanan

N0	Keterangan	Waktu
1	Proses roughing	30 menit
2	Proses semi finishing	120 menit
3	Proses finishing	680 menit
Total		830 menit

3.6 Proses Pemesinan

Proses pemesinan memakai mesin *CNC milling 3 Axis MC07-PF*, buatan Pindad Fanuc yang memenuhi standar permesinan, dengan spesifikasi yang sesuai kebutuhan bentuk benda kerja yang akan dikerjakan. spesifikasi tersebut dapat dilihat pada tabel 3.3. *Software* yang digunakan yaitu *MasterCAM 9* karena lebih mudah dalam komunikasinya antara mesin yang digunakan dengan komputer.

Pada proses pemesinan ini menggunakan parameter yang telah didapat pada simulasi pemesinan dengan *masterCAM 9* kemudian diaplikasikan ke mesin *CNC* yang sebenarnya. Proses pemesinan dikerjakan dalam tiga kali pengerjaan, *roughing*, *semi finishing* dan *finishing*.

Pada proses pemesinan, kedua bagian cetakan dengan parameter yang sama pada saat simulasi pemesinan (lihat Tabel 3.1 dan 3.2). Tetapi pada mesin juga bisa diatur kecepatan spindel ataupun kecepatan makan pahat. Dengan panel yang tersedia pada mesin.

Pemesinan dilakukan satu demi satu dari cetakan yaitu bagian kiri terlebih dahulu kemudian baru bagian kanan.

Ukuran benda kerja yang digunakan

- Cetakan bagian kiri = 120 mm x 100 mm x 50 mm
- Cetakan bagian kanan = 120 mm x 100 mm x 58 mm

Tabel 3.5 Waktu yang diperlukan untuk pembuatan cetakan bagian kiri:

N0	Keterangan	Waktu
1	Proses roughing	± 6 jam
2	Proses semi finishing	± 13 jam
3	Proses finishing	± 38 jam
Total		±57 jam

Tabel 3.6 Waktu yang diperlukan untuk pembuatan cetakan bagian kanan:

N0	Keterangan	Waktu
1	Proses roughing	± 8 jam 15 menit
2	Proses semi finishing	± 40 jam 5 menit
3	Proses finishing	± 29 jam
Total		±77 jam 20 menit

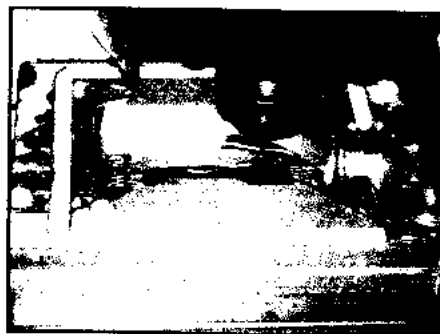
Waktu yang digunakan pada pembuatan cetakan bagian kanan lebih lama dibandingkan dengan cetakan bagian kiri karena pada cetakan bagian kanan adanya pin yang permanent, agar dalam proses pencetakan produk *parting line* yang dihasilkan tidak terlalu besar dan mendapatkan produk yang sesuai dengan yang di inginkan.

Untuk mengetahui hasil setelah proses *roughing*, *semi finishing*, maupun *finishing*, maka dilakukan proses permesinan secara bertahap, selain untuk pendinginan bagi mesin, proses tersebut dilakukan untuk mengetahui apakah hasil dari proses sudah sesuai yang di inginkan atau ada kecacatan pada benda kerja..

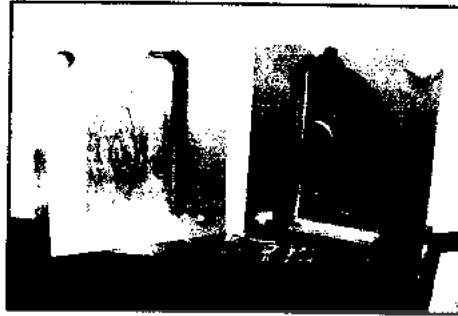
Pada proses ini mengalami kegagalan pembuatan cetakan disebabkan benda kerja yang kurang baik, sehingga proses permesinan dihentikan, apabila proses tidak dihentikan berakibat proses berikutnya akan tidak sempurna, dan kemungkinan yang terjadi pahat yang digunakan akan patah. gambar hasil dari kegagalan produk dapat dilihat pada gambar 3.6.



Gambar 3.6. Kegagalan produk



Gambar 3.7 Proses pemesinan cetakan



Gambar 3.8 Hasil proses pemesian cetakan

3.7 Proses Pencetakan Produk

Pada proses mencetak produk ini menggunakan metode cetak tuang bahan cetakan dari *resin* yang dicampur dengan *katalis*, katalis ini berfungsi sebagai pengeras resin.

Dalam proses mencetak ini bahan dan peralatan yang dibutuhkan yaitu :

- | | |
|------------------------|------------------|
| 1. <i>Resin epoxy</i> | 5. Kunci pas |
| 2. <i>Katalis</i> | 6. Gelas ukur |
| 3. <i>Mirror glaze</i> | 7. Kertas amplas |
| 4. <i>Clamping</i> | 8. Autosol |

Adapun tahap proses pencetakan yaitu :

1. Cetakan yang masih terdapat bekas pahat dihaluskan dengan amplas nomor 400, 500, 600, 1000.
2. Kemudian setelah benar-benar halus, digunakan autosol dan kain halus untuk mengkilapkan permukaan cetakan.
3. Mirror wax dioles pada permukaan yang akan dicetak, agar memudahkan pada saat pelepasan produk yang telah dicetak.



Gambar 3.9 Proses pengolesan mirror glaze

4. Menyatukan kedua bagian cetakan , adanya pin yang permanen mempermudah untuk menyatukan kedua cetakan tersebut.
5. Rapatkan cetakan dengan *clamping* agar resin yang dituang tidak tumpah



Gambar 3.10 *Proses clamping*

6. Membuat adonan resin, dan katalis dengan perbandingan 125 ml resin dan 12 ml katalis.



Gambar 3.11 *Proses pencampuran adonan resin dan katalis*

7. Setelah proses pencampuran antara resin dan katalis, adonan segera dituang ke cetakan.



Gambar 3.12 *Proses cetak tuang*

8. Tunggu kira-kira 1-2 jam baru cetakan dibuka dengan melepas clamping.



Gambar 3.13 Hasil Produk



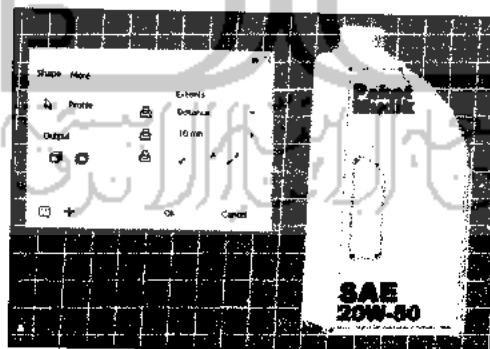
BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Desain Produk

Dalam pembuatan desain produk ini menggunakan software *Inventor*. Adapun bentuk kemasan ini terinspirasi dari bentuk kemasan pelumas mesran yang dijual pada edisi khusus promo.

Pada proses ini pula dilakukan modifikasi dari bentuk dasar kemasan dengan relief sederhana berupa tulisan yang menggambarkan kemasan pelumas mesin dan gambar belah ketupat yang disesuaikan dengan segmennya yaitu *mudik lebaran*.

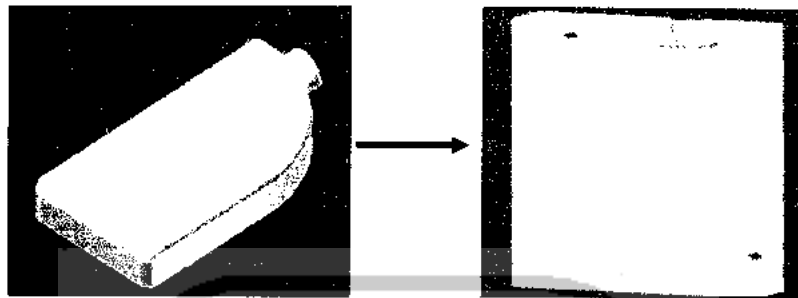
Pada waktu penggabungan harus mengatur posisi dan ukuran relief yang akan digabungkan pada kemasan agar posisi dan ukuran dari relief sesuai dengan bentuk dan ukuran kemasan seperti gambar 4.1. Adapun skala pada desain kemasan ini 1: 2 dengan pertimbangan penggunaan material cetakan yang digunakan cukup banyak (besar) juga dapat menghemat waktu saat proses permesinan berlangsung, mesin CNC yang digunakan *mesin milling 3 axis MC07-PF buatan Pindad Famuc Machining*.



Gambar 4.1 Modifikasi relief pada kemasan

4.2 Desain Cetakan

Dalam pembuatan desain cetakan mengikuti dari bentuk *kemasan* yang sudah didesain, yang terdiri dari dua bagian cetakan. Desain *kemasan* dipotong menjadi dua bagian yang kemudian dijadikan sebagai cetakan.



Gambar 4.2 Proses pembuatan desain cetakan bagian kiri



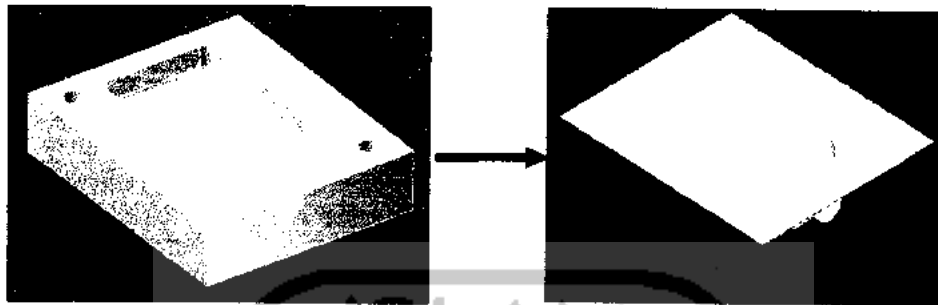
Gambar 4.3 Proses pembuatan desain cetakan bagian kanan

4.3 Simulasi Pemesinan

Pada simulasi pemesinan menggunakan *software MasterCAM* karena mesin yang digunakan adalah mesin *CNC MC07-PF* yang memudahkan dalam melakukan komunikasinya sehingga dalam pengiriman list program juga ikut mudah.

Bahan dari cetakan yang akan dilakukan pemesinan adalah dari Alluminium , maka dari itu parameter-parameter pada simulasi pemesinan juga harus sesuai dengan bahan cetakan yang akan dilakukan pemesinan. Parameter-parameter yang telah didapat disimpan untuk kemudian dijadikan sebagai parameter-parameter ketika melakukan proses pemesinan.

Karena simulasi ini menggunakan *software MasterCAM* dan desain cetakan berada pada *software Inventor* maka desain harus diekspor terlebih dahulu ke dalam bentuk *stereolithographic file (*.stl)* agar dapat diimpor ke dalam *MasterCAM*.




Gambar 4.4 Tampilan file dari Inventor ke MasterCAM

4.4 Proses Pemesinan

Proses pemesinan yang dilakukan menggunakan Mesin *MC07-PF*, mesin ini mempunyai sumbu z yang sesuai dengan kebutuhan pada proses pembuatan produk cetakan. Tinggi maksimal sumbu z yang bisa dilakukan pemesinan oleh mesin adalah 260 mm, dan tinggi dari benda kerja yang akan dilakukan proses pemesinan adalah 50 mm.


Alluminium yang digunakan adalah Alluminium cor dengan dimensi 100mmx120mm. Alumunium sangat baik untuk dijadikan bahan cetakan kemasan karena permukaan yang sangat halus, kuat, tahan terhadap panas, alluminium juga tahan terhadap korosi.

Tabel 4.1 Analisis hasil pemesinan

Gambar	Keterangan
	<p>Pada permukaan cetakan masih kasar, dan garis-garis lintasan pahat yang terlihat jelas. Hal ini disebabkan oleh <i>step over</i> yang digunakan pada proses pemesinan terlalu besar, dan terjadi pada saat proses <i>roughing</i>.</p>



Tabel 4.1 (lanjutan)

Gambar	Keterangan
	<p>Ada keropos pada permukaan cetakan. Hal ini disebabkan karena material cetakan menggunakan aluminium cor (tuang), yang mengakibatkan proses selanjutnya akan tidak sempurna, dan pahat bisa patah. Kemudian proses pemesinan dihentikan dan ganti material.</p>

Tabel 4.2 Kendala - kendala umum dalam pemesinan dan solusinya

No	Kendala	Permasalahan	Solusi
1.	Proses <i>roughing</i> pada pemesinan bagian kanan sangat lama.	Adanya pin yang permanen dan pahat sering terangkat	Ganti strategi pemesinan
2.	Kehalusan permukaan <i>facing</i> tidak rata	Disebabkan oleh ujung pahat yang tidak rata	Ganti asah kembali pahat dan ratakan ujung pahatnya.
3	Proses finishing pada pemesinan sangat lama.	Adanya relief yang rumit, dan pahat endmill yang kurang bagus	Digunakan parameter pemesinan yang tepat dan yang aman bagi pahat.

Pada saat proses pemesinan yang cukup lama maka perlu adanya cairan pendingin karena sifat benda kerja yang keras yaitu aluminium cor, proses dapat dilihat pada gambar 4.5



Gambar 4.5. Proses pemesinan dengan pendingin cair

Adapun kelemahan dan kelebihan adanya cairan pendingin adalah sebagai berikut :

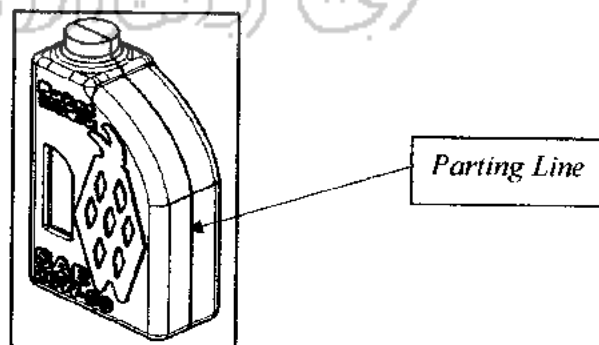
Tabel 4.3. *kelemahan dan kelebihan pemakaian pendingin*

Kelebihan	Kekurangan
- Mengurangi kualitas tingkat kekasaran permukaan	Jika terjadi sesuatu pada mata pahat (misal mata pahat patah) dan benda kerja yang cacat tidak dapat melihat secara langsung.
- Membuat pahat lebih tahan lama	
- Secara relatif mengurangi resiko beban kerja berlebih pada motor	

Hal yang sangat penting pada saat melakukan proses pemesinan yaitu bagaimana kita mengatur strategi pemesinan yang akan kita lakukan, karena kesalahan dalam mengatur strategi pemesinan bisa mengakibatkan proses pemesinan yang kita lakukan tidak sempurna.

4.5 Parting Line

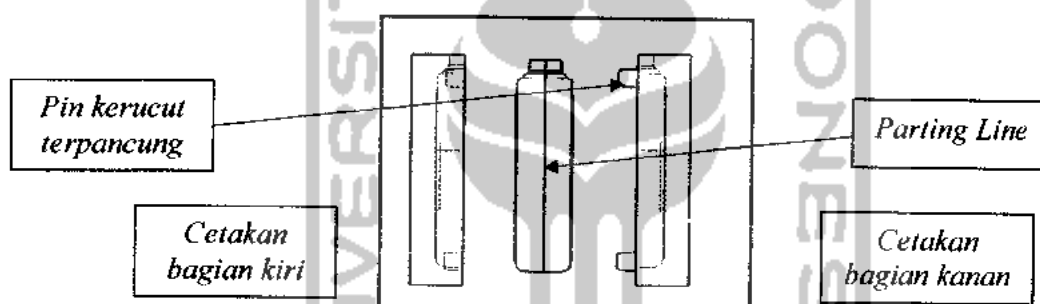
Parting Line atau parting surface yaitu garis belahan rambut yang membagi dua bagian yang terdapat pada *wall thicknes* (dinding kemasan), ini terjadi karena saat pencetakan produk kedua bagian muka cetakan menyatu membentuk ruang kemasan saat proses blowing berlangsung, sehingga pada dinding kemasan terlihat garis seperti sambungan yang menyatukan dinding kemasan tersebut. seperti terlihat pada gambar 4.6



Gambar 4.6 *Kemasan Pelumas mesin bensin*

Saat bagian muka cetakan menyatu membentuk kemasan seperti pada gambar 4.7 , saat kedua cetakan bertemu harus benar- benar presisi dan sentris dalam hal ini kedua lokator sangat berperan penting dalam proses penyatuan cetakan, dalam pembuatan cetakan ini digunakan pin dengan model kerucut yang terpancung Dengan model pin tersebut akan memudahkan pencetakan untuk memisahkan antara cetakan dengan produk.

Untuk mengurangi adanya *parting line* yang lebih besar digunakan pin yang permanen, karena jika cetakan tidak simetris maka setengah bagian bentuk kemasan akan bergeser sehingga *parting line* akan melebar atau tebal sehingga produk yang dihasilkan gagal dan bisa dipastikan proses pencetakan produk selanjutnya akan mengalami kegagalan.



Gambar 4.7 Adanya *parting line* pada produk

4.6 Proses Pemolesan

Sebelum produk dicetak terlebih dahulu cetakan dilakukan super "*finish*" dengan cara dipoles agar permukaan cetakan yang akan dicetak menjadi halus dan mengkilat tanpa mengurangi dimensi produk. Bahan seperti amplas dari mulai no 500 sampai 1500 dicampur air digosokkan berulang-ulang pada permukaan cetakan yang akan dibuat produk sampai benar-benar halus.

Setelah cetakan benar-benar halus selanjutnya dilakukan poles dengan Autosol ini berfungsi sebagai krim pengkilap dan perataan kembali akibat proses amplas. Proses poles dapat dilihat pada gambar 4.8.



Gambar 4.8. *Proses poles*

4.7 Proses Pencetakan Produk

Dalam mencetak produk dengan bahan *resin* hal yang harus diperhatikan adalah perbandingan campuran antara *resin* dengan *katalis*, kalau *katalis* yang diberikan terlalu sedikit maka produk akan kering dalam waktu yang cukup lama dan permukaan dari produk yang dihasilkan kurang sempurna. Apabila *katalis* yang diberikan terlalu banyak maka hasil produk yang dihasilkan akan memiliki sifat getas sehingga produk akan rawan patah.



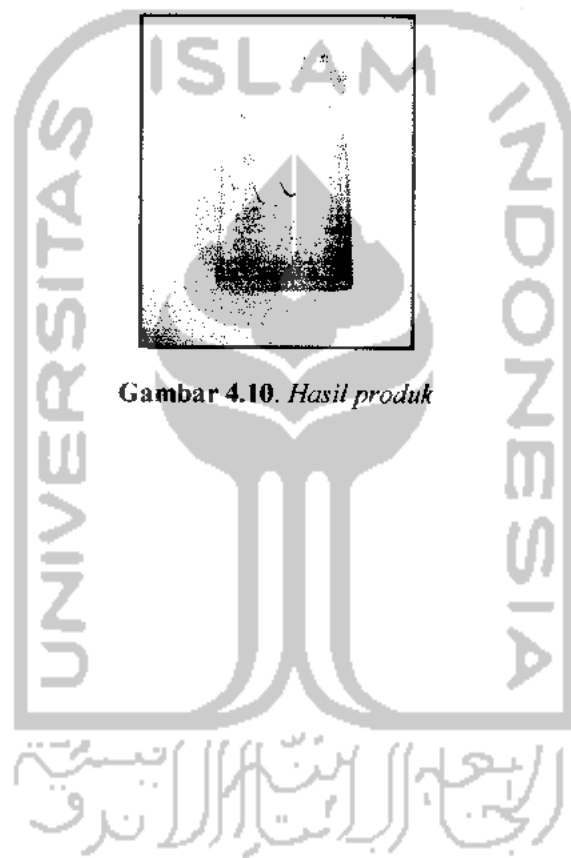
Gambar 4.9 *Proses Pencetakan produk*

Pada saat melakukan proses mencetak terlebih dahulu cetakan diberi *mirror glaze* agar hasil cetakan mudah dilepaskan dari cetakan. Cara memoleskannya bisa menggunakan tangan kemudian di lap dengan kain yang halus dan dibuat serata mungkin pada permukaan cetakan yang akan dibuat produk.

Pada relief yang bermotif misal tulisan, pemberian *mirror glaze* sama juga dioles pakai tangan kemudian pada relief tersebut dibersihkan dengan

menggunakan tusuk gigi/cotton buds. Sehingga pada motif tersebut dapat tercetak dengan baik.

Setelah cetakan di beri *mirror glaze* kemudian adonan *resin dan katalis* dimasukkan pada kedua bagian cetakan yang telah disatukan menggunakan *clamping*, pastikan agar cetakan benar-benar merapat, cetakan baru dilepaskan setelah ± 2 jam, lepaskan *clamping* dan cetakan siap untuk dibuka.



BAB V

PENUTUP

5.1 KESIMPULAN

Pada penelitian ini telah dihasilkan desain, cetakan dan produk kemasan pelumas. Pembuatan desain dengan *software CAD/CAM* yang berbeda menjadi kendala dalam sistem *data-exchange*, seperti pada *software Autodesk Inventor* untuk melakukan proses pemesinan harus ditransfer ke *software masterCAM* terlebih dahulu kemudian dilakukan strategi, parameter dan simulasi pemesinan.

Pada proses pemesinan, mengalami beberapa masalah yaitu material cetakan yang tidak solid, terdapat rongga pada proses pengecoran material cetakan, sehingga mempengaruhi proses pemesinan dan berakibat patahnya ujung pahat, penggunaan strategi pemesinan yang sesuai dapat menghemat waktu proses pemesinan.

Untuk mencetak produk perlu diperhatikan campuran antara *resin* dan *katalis*. Bila campuran *katalis* terlalu banyak mengakibatkan produk bersifat getas sehingga produk akan mudah pecah bila terkena suatu benturan dan bila *katalis* terlalu sedikit produk akan kering lebih lama dan efisiensi waktu kurang, serta produk yang dihasilkan belum sempurna.

5.2 SARAN

Saran-saran berikut diharapkan dapat dilakukan untuk pengembangan penelitian selanjutnya :

- Untuk penelitian selanjutnya pembuatan cetakan dengan menggunakan material duralumin.
- Untuk penelitian selanjutnya pembuatan strategi pemesinan sebaiknya disesuaikan dengan kemampuan mesin dan kekerasan material.
- Untuk perancangan berikutnya pencetakan produk dengan metode *blow molding*.

DAFTAR PUSTAKA

1. Hoffman, Edward G. 1996. "*Jig And Fixture Design*"(4thed).Delmar Publishers United States of America.
2. Armanto, Hari & Daryanto. 1999. "Ilmu Bahan Teknik". Bumi Aksara, Jakarta.
3. Niemann, G. 1986. "*Disain Dan Kalkulasi Dari Sambungan Bantalan Dan Poros Edisi kedua Jilid 1*"Terjemahan Ir. Bambang Priambodo. Erlangga. Jakarta.
4. Ariani, Dorethea Wahyu. 1999. "Kendali Mutu Terpadu jilid 1 Edisi Ketiga. Erlangga. Jakarta.
5. Amstead,B.H dan F.Oswald, Philip. 1985. "Teknologi Mekanik jilid 1".Terjemahan Sriarti Djafrie. Erlangga. Jakarta.
6. Surdia, Tata, Saito, S. 1992, "Pengetahuan Bahan Teknik. PT.Pradnya Paramita. Jakarta.
7. Diefen, George. 1998. "Metalurgy Mekanik. PT.Erlangga. Jakarta.
8. Groover, Mikell, P. 1996, "*Fundamental of Modern Manufacturing*". A. Simon & Scuster Company. New Jersey.
9. Rochim, Taufik. 1993. "*Teori dan Teknologi Proses Pemesinan*" (Higher Education Development Support Project). Bandung.
10. Steven, Karl. 2001 "*Produk Design & Development*".Third Edition. Irwin/ Growhill
11. Kalpakjian, S, & Schmid, S. R. 2006. *Manufacturing, Engineering & Technology* (5th edition). Pearson Education, Inc. Upper Saddle River, NJ. USA.
12. V, Ryan. 2002. "*Injection Moulding*". <http://www.technologystudent.com>.
13. <http://www.injectionmolding.com>.
14. <http://www.diecasting.com>.
15. <http://www.technologystudent.com>.
16. <http://en.wikipedia.org>.
17. <http://www.ebottles.com>.
18. <http://www.pertamina.com>.



