

**PENGEMBANGAN MESIN *THERMOFORMING* UNTUK CETAKAN
BERBAHAN *POLYVINYL RIGID SHEET PLASTIC***

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Mencapai Derajat Sarjana Teknik Industri



Oleh :

KHRISNA INDU PRASASTADI

04 06 04277

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
YOGYAKARTA**

2011

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi Berjudul

**PENGEMBANGAN MESIN THERMOFORMING UNTUK CETAKAN BERBAHAN
POLYVINYL RIGID SHEET PLASTIC**

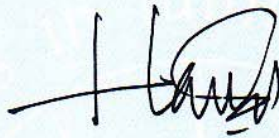
Disusun Oleh:

Khrisna Indu Prasastadi (04 06 04277)

Dinyatakan telah memenuhi syarat

Pada Tanggal: Juli 2011

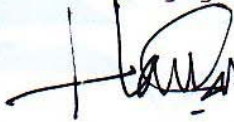
Pembimbing I



(Theodorus B. Hanandoko, ST.,MT.)

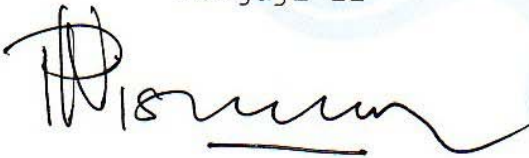
Tim Penguji:

Penguji I



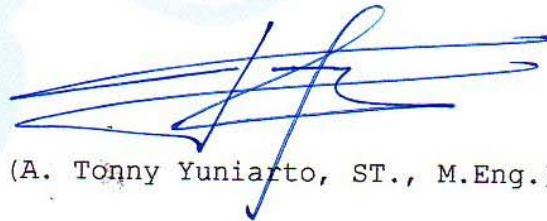
(Theodorus B. Hanandoko, ST.,MT.)

Penguji II



(P. Wisnu Anggoro, ST., MT.)

Penguji III



(A. Tonny Yuniarto, ST., M.Eng.)

Yogyakarta, Juli 2011
Universitas Atma Jaya Yogyakarta
Fakultas Teknologi Industri

Dekan



(Ir. B. K. Kusyanto, M.Eng., Ph.D.)





*Special for my Savior;
Jesus Christ and Saint Mary*

*Special for my lovely family;
My Father, My Mother*

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, sehingga dapat menyusun dan menyelesaikan tugas akhir berjudul "Pengembangan Mesin Thermoforming" yang merupakan syarat untuk memperoleh gelar kesarjanaan pada Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Dalam penyusunan tugas akhir ini, penulis telah memperoleh banyak bantuan dari banyak pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini dengan penuh kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. B. Kristyanto, M.Eng., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
2. The Jin Ai, D.Eng., selaku Kepala Program Studi Teknik Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
3. Bapak Theodorus B. Hanandoko, ST., MT., selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak meluangkan waktu dan pikiran untuk membimbing serta memberikan banyak masukan dalam menyelesaikan tugas akhir.
4. Bapak A. Tonny Yuniarto, ST., M.Eng., selaku Kepala Laboratorium Proses Produksi Fakultas Teknologi Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah memberi ide, pikiran, dan masukan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Mas Budi, selaku Laboran Laboratorium Proses Produksi Fakultas Teknologi Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah memberi ide, pikiran dan masukan.

6. Bapak Azhari sekeluarga dan seluruh Crew Bengkel "Hari Mukti", yang telah membantu proses pembuatan mesin *thermoforming*.
7. Mama dan segenap keluarga yang telah memberi dukungan baik dalam doa, semangat, materi sehingga aku dapat menyelesaikan tugas akhir.
8. My Nonikqu, yang telah banyak memberikan semangat dan perhatian selama menyelesaikan tugas akhir.
9. Pandu, Wida, Sammy, semua squad Laboratorium Proses Produksi yang sudah membantu dalam pelaksanaan penelitian Tugas Akhir ini.
10. Semua teman-teman seperjuanganku, baik yang sudah mendahului maupun masih berjuang, Noprex, Yudo, Inung, Jodi, Pendex, Aan, Dhanes, Aris, Perjuangan masih panjang kawan...
11. Semua yang tidak bisa penulis sebut satu persatu, terimakasih.

Akhir kata, penulis berharap semoga penulisan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat kepada Jurusan Teknik Industri meskipun penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari sempurna.

Yogyakarta, Juli 20011

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
INTISARI.....	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Metodologi Penelitian.....	4
1.6. Sistematika penulisan.....	6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Penelitian Terdahulu.....	8
2.2. Penelitian Sekarang.....	9
2.3. Perbandingan Penelitian Terdahulu dan Sekarang.....	10
BAB 3 LANDASAN TEORI	
3.1. <i>Thermoforming</i>	11
3.2. Cacat <i>Thermoforming</i>	23
3.3. Karakteristik Plastik.....	23
3.4. Metode Perancangan.....	32
3.5. Komponen Listrik.....	47

3.6.	Perhitungan Biaya	53
3.7.	Bahan Material.....	55
3.8.	Biaya Permesinan.....	59
BAB 4 DATA		
4.1.	Spesifikasi Master Model Mesin Saat Ini	60
4.2.	Biaya Material dan Operator.....	62
4.3.	Master Model atau Pola.....	64
BAB 5 PEMBAHASAN		
5.1.	Analisis.....	66
5.2.	Analisis Menggunakan <i>Functional Decomposition Diagram</i>	67
5.3.	Analisis Menggunakan FMEA.....	69
5.4.	<i>Redesign Process</i>	73
5.5.	Hasil <i>Redesign Process</i>	83
5.6.	Analisis Percobaan Master Model Tugu Yogyakarta Salak Pondoh dan BEN Menggunakan Mesin <i>Thermoforming</i> yang Baru.....	85
5.7.	Analisis Waktu Produksi.....	92
5.8.	Spesifikasi Mesin <i>Thermoforming</i> Hasil Pengembangan.....	102
5.9.	Analisis Biaya Permesinan.....	103
5.10.	Analisis Biaya Produksi.....	103
BAB 6 INTRUKSI MANUAL		
6.1.	Langkah-Langkah Cara Pengoperasian Mesin <i>Thermoforming</i> yang Baru Menggunakan <i>Frame</i> Penjepit Ukuran 240 x 240 mm.....	110

6.2.	Langkah-Langkah Cara Pengoperasian Mesin <i>Thermoforming</i> yang Baru Menggunakan <i>Frame</i> Penjepit Ukuran 120 x 120 mm.....	117
------	--	-----

BAB 7 KESIMPULAN DAN SARAN

7.1.	Kesimpulan.....	126
7.2.	Saran.....	128

DAFTAR PUSTAKA.....	129
---------------------	-----

DAFTAR TABEL

1.	Tabel 2.1.	Perbandingan Penelitian Terdahulu dan Sekarang.....	10
2.	Tabel 3.1.	Tahapan Pelaksanaan FMEA.....	37
3.	Tabel 3.2.	<i>Severity Rating</i>	40
4.	Tabel 3.3.	<i>Occurance Rating</i>	41
5.	Tabel 3.4.	<i>Detection Rating</i>	42
6.	Tabel 3.5.	Tabel <i>Grid Analysis</i> Sebelum Pembobotan.....	45
7.	Tabel 3.6.	Tabel <i>Grid Analysis</i> setelah Pembobotan.....	46
8.	Tabel 4.1.	Spesifikasi Mesin <i>Thermoforming</i> Saat Ini.....	61
10.	Tabel 4.2.	Biaya Operator dan <i>Machining</i>	62
11.	Tabel 4.3.	Data Harga Material (Maret 2011)...	62
12.	Tabel 4.4.	Data Harga Plastik PVC <i>Food Grade</i> (Maret 2011).....	63
13.	Tabel 4.5.	Data Harga Komponen Mesin (Maret 2011).....	63
11.	Tabel 5.1.	Klasifikasi Fungsi Kritis Mesin <i>Thermoforming</i>	69
12.	Tabel 5.2.	FMEA Form.....	72
13.	Tabel 5.3.	Hasil <i>Redesign Process</i>	84
14.	Tabel 5.4.	Percobaan Menggunakan Pola Tugu Yogyakarta Dengan Plastik PVC Ketebalan 0.3 mm.....	87
15.	Tabel 5.5.	Percobaan Menggunakan Pola Tugu Yogyakarta Dengan Plastik PVC Ketebalan 0.5 mm.....	87

16.	Tabel 5.6.	Percobaan Menggunakan Pola Salak Pondoh Dengan Plastik PVC Ketebalan 0.3 mm.....	89
17.	Tabel 5.7.	Percobaan Menggunakan Pola Salak Pondoh Dengan Plastik PVC Ketebalan 0.5 mm.....	89
18.	Tabel 5.8.	Percobaan Menggunakan Pola BEN Dengan Plastik PVC Ketebalan 0.3 mm	90
19.	Tabel 5.9.	Percobaan Menggunakan Pola BEN Dengan Plastik PVC Ketebalan 0.5 mm	91
20.	Tabel 5.10.	Waktu Produksi Cetakan Tugu Yogyakarta Dengan PVC 0,3 mm.....	93
21.	Tabel 5.11.	Waktu Produksi Cetakan Salak Pondoh Dengan PVC 0,3 mm.....	94
22.	Tabel 5.12.	Waktu Produksi Cetakan Tugu Yogyakarta Dengan PVC 0,5 mm.....	96
23.	Tabel 5.13.	Waktu Produksi Cetakan Salak Pondoh Dengan PVC 0,5 mm.....	97
24.	Tabel 5.14.	Waktu Produksi Cetakan BEN Dengan PVC 0,3 mm.....	99
25.	Tabel 5.15.	Waktu Produksi Cetakan BEN Dengan PVC 0,5 mm.....	101
26.	Tabel 5.16.	Spesifikasi Mesin <i>Thermoforming</i> Hasil Pengembangan.....	102
27.	Tabel 5.17.	Komponen Biaya Permesinan <i>Thermoforming</i>	103
28.	Tabel 5.18.	Waktu Pembuatan Desain.....	104
29.	Tabel 5.19.	Proses <i>Thermoforming</i> untuk 10 Lembar Cetakan.....	106
30.	Tabel 5.20.	Total Biaya.....	109

31. Tabel 7.1.	Spesifikasi Mesin <i>Thermoforming</i>	126
32. Tabel 7.2.	Hasil Cetak.....	127



DAFTAR GAMBAR

1.	Gambar 1.1.	<i>Flow Chart Metode Penelitian</i>	5
2.	Gambar 3.1.	<i>Clamping Step</i>	12
3.	Gambar 3.2.	<i>Heating Step</i>	13
4.	Gambar 3.3.	<i>Pre - Stretch</i>	14
5.	Gambar 3.4.	<i>Vacuum</i>	15
6.	Gambar 3.5.	<i>Plug Assist</i>	16
7.	Gambar 3.6.	<i>Release</i>	17
8.	Gambar 3.7.	<i>Vacuum Thermoforming Cara Pertama (Negative Mold)</i>	18
9.	Gambar 3.8.	<i>Vacuum Thermoforming Cara Pertama (Positive Mold)</i>	19
10.	Gambar 3.9.	<i>Vacuum Thermoforming Cara Kedua</i>	20
11.	Gambar 3.10.	<i>Pressure Thermoforming</i>	21
12.	Gambar 3.11.	<i>Mechanical Thermoforming</i>	22
13.	Gambar 3.12.	Diagram Alir Prosedur pembuatan FMEA (<i>Failure Mode and Effect Analisis</i>)..	34
14.	Gambar 3.13.	Contoh Diagram Panah.....	46
15.	Gambar 3.14.	<i>Metal-sheathed Tubular Element</i>	47
16.	Gambar 3.15.	Elemen Pemanas.....	48
17.	Gambar 3.16.	Pompa Vakum.....	49
18.	Gambar 3.17.	<i>Bourdon Tube</i>	52
19.	Gambar 4.1.	Spesifikasi Mesin <i>Thermoforming</i> Saat Ini	60
20.	Gambar 4.2.	Pola BEN (120 x 80 x 15 mm) Untuk Digunakan Sebagai Pola Cetakan Positif.....	64
21.	Gambar 4.3.	Pola Tugu Yogyakarta (190 x 115 x 30mm) Untuk Digunakan Sebagai Pola Cetakan Negatif.....	65

22.	Gambar 4.4.	Pola Salak Pondoh (150 x 75 x 25 mm) Untuk Digunakan Sebagai Pola Cetakan Negatif.....	65
23.	Gambar 5.1.	<i>Function Analysis (Black Box)</i> dari Mesin <i>Thermoforming</i>	66
24.	Gambar 5.2.	<i>Function Analysis (Transparant Box)</i> dari Mesin <i>Thermoforming</i>	66
25.	Gambar 5.3.	<i>Functional Decomposition Diagram</i> mesin <i>Thermoforming</i>	68
26.	Gambar 5.4.	Proses Pemilihan Material Pengganti Untuk Isolator <i>Heater</i>	74
27.	Gambar 5.5.	Kegagalan Pada <i>Frame</i> Penjepit.....	75
28.	Gambar 5.6.	Perubahan Kontruksi <i>Frame</i> Penjepit..	76
29.	Gambar 5.7.	Kegagalan <i>Frame</i> Penjepit Untuk Mengakomodasi Cetakan Negatif.....	77
30.	Gambar 5.8.	Perbaikan <i>Frame</i> Penjepit Untuk Mengakomodasi Cetakan Negatif.....	78
31.	Gambar 5.9.	Kegagalan Tutup <i>Heater</i>	79
32.	Gambar 5.10.	Perbaikan Tutup <i>Heater</i>	79
33.	Gambar 5.11.	Kegagalan Meja <i>Mold</i> Untuk Mengatasi Cetakan Dengan Profil yang Tinggi..	80
34.	Gambar 5.12.	Perbaikan Meja <i>Mold</i> Untuk Mengatasi Cetakan Dengan Profil yang Tinggi..	80
35.	Gambar 5.13.	Kegagalan Meja <i>Mold</i> Untuk Mengakomodasi Cetakan Negatif.....	81
36.	Gambar 5.14.	Perbaikan Meja <i>Mold</i> Untuk Mengakomodasi Cetakan Negatif.....	81
37.	Gambar 5.15.	Kegagalan Kontruksi.....	82
38.	Gambar 5.16.	Perbaikan Kontruksi.....	83
39.	Gambar 5.17.	Pola BEN (120 x 80 x 15 mm) Digunakan Pada <i>Frame</i> Ukuran (120 x 120 mm)....	85

40.	Gambar 5.18.	Pola Tugu Yogyakarta (190 x 115 x 30 mm) Digunakan Pada Frame Ukuran (240 x 240 mm).....	86
41.	Gambar 5.19.	Pola Salak Pondoh (150 x 75 x 25) Digunakan Pada Frame Ukuran (240 x 240 mm).....	86
42.	Gambar 5.20.	Analisis Terjadinya Kontur yang Tidak Detail.....	88
43.	Gambar 5.21.	Diagram Panah Proses <i>Thermoforming</i> Master Tugu Yogyakarta dan Salak Pondoh Dengan PVC 0,3 mm.....	92
44.	Gambar 5.22.	Diagram Panah Proses <i>Thermoforming</i> Master Tugu Yogyakarta dan Salak Pondoh Dengan PVC 0,5 mm.....	95
45.	Gambar 5.23.	Diagram Panah Proses <i>Thermoforming</i> Master Model BEN Dengan PVC 0,3 mm..	98
46.	Gambar 5.24.	Diagram Panah Proses <i>Thermoforming</i> Master Model BEN Dengan PVC 0,5 mm..	100
47.	Gambar 6.1.	Intruksi Manual.....	110

DAFTAR LAMPIRAN

1. Lampiran 1 : Gambar Rancangan Mesin Thermoforming 2
Dimensi
2. Lampiran 2 : Gambar Rancangan Mesin Thermoforming 3
Dimensi

PENGEMBANGAN MESIN THERMOFORMING UNTUK CETAKAN BERBAHAN POLYVINYL RIGID SHEET PLASTIC

KHRISNA INDU PRASASTADI
04 06 04277

INTISARI

Thermoforming merupakan salah satu metode tertua dan proses manufaktur yang relatif sederhana serta murah bila dibandingkan dengan pengolahan plastik lainnya. Saat ini Laboratorium Proses Produksi UAJY memiliki mesin *thermoforming*, dimana mesin tersebut memiliki beberapa kekurangan. Penelitian sekarang ditujukan untuk membuat mesin *thermoforming* dengan kontruksi yang dapat mengatasi kekurangan tersebut.

Perancangan ulang mesin *thermoforming* ini menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), yaitu sebuah teknik yang digunakan untuk mengidentifikasi dan menganalisa suatu kegagalan dan akibatnya untuk menghindari kegagalan tersebut. Dari hasil analisis didapatkan potensi-potensi kegagalan dari mesin yang sudah ada, yaitu : *frame* penjepit, *meja mold*, penutup *heater* dan kegagalan pada kontruksi secara umum.

Hasil akhir dari penelitian ini berupa mesin *thermoforming* dengan dimensi 600 mm x 600 mm x 1900 mm; memiliki daya 2232 watt; dimensi maksimum plastik (280 x 280 mm) dan (160 x 160 mm) dan hasil cetakan dari master model BEN, Tugu Yogyakarta dan Salak Pondoh menggunakan bahan baku *Polyvinyl Rigid Sheet Plastic*. Total biaya produksi adalah Rp 2.751.000,00

Kata Kunci : *Thermoforming*, FMEA, *Polyvinyl Rigid Sheet Plastic*.

Pembimbing I : T.B. Hanandoko, S.T., M.T.

Tanggal Kelulusan : 22 Juli 2011