

MESIN *THERMOFORMING* UNTUK CETAKAN COKELAT

(Studi Kasus di Wong Art Semarang)

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan

Mencapai Derajat Sarjana Teknik Industri



Oleh :

BAYU PURWA NUGRAHA

04 06 04117

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

2009

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir Berjudul

MESIN THERMOFORMING UNTUK CETAKAN COKELAT

Disusun Oleh:

Bayu Purwa Nugraha (04 06 04117)

Dinyatakan telah memenuhi syarat

Pada Tanggal: November 2009

Pembimbing I

Pembimbing II

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

(Baju Bawono, ST.,MT.)

Tim Penguji:

Penguji I

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

Penguji II

Penguji III

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

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

Yogyakarta, November 2009
Universitas Atma Jaya Yogyakarta
Fakultas Teknologi Industri

Dekan

(Paulus Mudjihartono, ST., MT.)





...dan bergembiralah karena TUHAN;
maka Ia akan memberikan kepadamu apa yang diinginkan hatimu.
(Mazmur 37:4)

LET LOVE AND FAITHFULNESS
NEVER LEAVE YOU;
BIND THEM AROUND YOUR NECK,
WRITE THEM ON THE TABLET OF YOUR HEART.
(PROVERBS 3:3)

What happen today is
a preparation for next day.
(Mopvri1)

Life is riding bicycle,
to keep your balance you must keep moving.
(Albert Einstein)

The only man who never makes mistakes
is the man who never does anything.
Don't be afraid of mistakes,
as long as you don't repeat the same mistakes.
(Roosevelt)

If you'll never try. You'll never know
(Coldplay)

Whatever people say what I am, that's what I'm not
(Artic Monkey)

*Always standing up when standing up is not easy
(Mopvri1)*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis haturkan kepada Tuhan Yang Maha Kasih karena atas karunia dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.

Skripsi dengan judul "*Mesin Thermoforming Untuk Cetakan Cokelat*", ditulis untuk memenuhi persyaratan kelulusan pada Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dari pihak lain, skripsi ini tak akan dapat terselesaikan. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Paulus Mudjihartono, ST., MT., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
2. Parama Kartika Dewa, ST., MT., selaku Kepala Program Studi Teknik Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
3. Bapak Theodorus B. Hanandoko, ST., MT., selaku Dosen Pembimbing I.
4. Bapak Baju Bawono, ST., MT., selaku Dosen Pembimbing II.
5. Bapak P. Wisnu Anggoro, ST., MT., selaku Kepala Laboratorium Proses Produksi Fakultas Teknologi Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah memberi ide, pikiran, dan masukan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Bapak A. Tonny Yuniarto, ST., M.Eng., yang telah memmberi ide, pikiran, dan masukan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

7. Mas Budi, selaku Laboran Laboratorium Proses Produksi Fakultas Teknologi Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah memberi ide, pikiran dan masukan.
8. Para Dosen Penguji yang telah meluangkan waktunya untuk membaca dan menguji Tugas Akhir ini.
9. Bapak Azhari sekeluarga dan seluruh Crew Bengkel "Hari Mukti", yang telah membantu proses pembuatan mesin *thermoforming*.
10. Papa dan Mama di rumah, terima kasih atas dukungan yang tak ternilai, doa, perhatian, nasehat dan kasih sayangnya.
11. Pandu, Jimmy, Dicky, Ifet, Kristi, Aristo, Wida, Sammy dan Nuno yang sudah membantu dan menemani lembur di Laboratorim Proses Produksi.
12. Christian 'mesum' yang telah menyediakan tempat untuk membuat cokelat.
13. Tim ADTC dan Tim Pameran Jogja Fair 2009 (Buat Sendiri Cokelat-mu), ayo kita buka bisnis cokelat!
14. Seluruh teman angkatan 2004, akhirnya saya bisa menyusul kalian.
15. Teman-teman Tjembre Club, terima kasih atas bantuan dan dukungannya. Kebersamaan bersama kalian adalah kenangan terindah dalam masa kuliah di FTI-UAJY.
16. Teman-teman Asrama SMU Santo Mikael. Dari masuk SMA sampai lulus kuliah dan seterusnya kalian adalah teman-teman terbaik, terima kasih atas semua kebersamaan yang telah kita lalui, suka dan duka semuanya akan selalu saya ingat.

17. Teman-teman Coklat Cafeshop, terima kasih atas dukungan dan bantuannya. Bekerja bersama kalian adalah hal yang sangat menyenangkan.
18. Para penghuni kontrakan Pugeran (Roni, Mbah, Mpok, Mpik, Agil), terima kasih atas tumpangan tempat tinggalnya dan bantuannya.
19. Serta semua pihak yang telah membantu tetapi tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan dan kesalahannya, untuk itu saran dan kritik yang membangun dari rekan-rekan pembaca sekalian sangat penulis harapkan.

Akhir kata, semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi semuanya.

Yogyakarta, November 2009

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
INTISARI.....	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Metodologi Penelitian.....	3
1.6. Sistematika penulisan.....	6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Penelitian Terdahulu.....	7
2.2. Penelitian Sekarang.....	8
BAB 3 LANDASAN TEORI	
3.1. <i>Thermoforming</i>	11
3.2. Cacat <i>Thermoforming</i>	17
3.3. Karakteristik Plastik.....	17
3.4. Karakteristik Cokelat.....	26
3.5. Metode Perancangan.....	27
3.6. Diagram Panah.....	38

3.7.	Komponen Listrik.....	38
3.8.	Rumus Perhitungan.....	45
3.9.	Bahan Material.....	48
3.10.	Biaya Permesinan.....	51

BAB 4 DATA

4.1.	Data Percobaan Cetakan Cokelat Menggunakan <i>Silicone Rubber</i>	52
4.2.	Standar Temperatur Thermoforming.....	53
4.3.	Harga Material dan Operator.....	53
4.4.	Master Model.....	56
4.5.	Data <i>Brainstorming</i>	58

BAB 5 PEMBAHASAN

5.1.	Analisis Perancangan.....	61
5.2.	Proses Pembuatan Mesin <i>Thermoforming</i> ..	78
5.3.	Analisis Percobaan Master Model <i>Rinz Chocolate</i> Menggunakan Mesin <i>Thermoforming</i>	88
5.4.	Analisis Waktu Produksi Pada Percobaan Master Model <i>Rinz Chocolate</i> Menggunakan Mesin <i>Thermoforming</i>	106
5.5.	Data Spesifikasi Mesin <i>Thermoforming</i> ...	108
5.6.	Analisis Biaya Permesinan <i>Thermoforming</i>	109
5.7.	Analisis Biaya Produksi Cetakan <i>Rinz Chocolate</i>	109

BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN	
6.1. Kesimpulan.....	120
6.2. Saran.....	122
DAFTAR PUSTAKA.....	123
LAMPIRAN.....	126



DAFTAR TABEL

1.	Tabel 2.1.	Perbandingan Peneliti Terdahulu dan Sekarang.....	10
2.	Tabel 3.1.	Faktor-Faktor Koreksi Transmisi Daya.....	47
3.	Tabel 4.1.	Data Percobaan Silicone Rubber.....	52
4.	Tabel 4.2.	Standar Temperatur <i>Thermoforming</i>	53
5.	Tabel 4.3.	Standar Biaya Operator dan <i>Machining</i>	53
6.	Tabel 4.4.	Data Harga Plastik PVC <i>Food Grade</i> ...	54
7.	Tabel 4.5.	Data Harga Material.....	54
8.	Tabel 4.6.	Data Harga Komponen Mesin.....	55
9.	Tabel 4.7.	Hasil Sesi Brainstorming.....	58
10.	Tabel 4.8.	Hasil Responden Ranking.....	60
11.	Tabel 5.1.	<i>Setting Requirement</i> Mesin <i>Thermoforming</i>	64
12.	Tabel 5.2.	<i>Morphological Chart</i> Mesin <i>Thermoforming</i>	65
13.	Tabel 5.3.	<i>Morphological Chart</i> Mesin <i>Thermoforming</i>	70
14.	Tabel 5.4.	<i>Weighted Objectives</i> Mesin <i>Thermoforming</i>	72
15.	Tabel 5.5.	Alternatif Perancangan Mesin <i>Thermoforming</i>	73
16.	Tabel 5.6.	<i>Weighted Objectives Evaluation</i> untuk Mesin <i>Thermoforming</i>	77
17.	Tabel 5.7.	Uji Performansi plastik PVC Ketebalan 0,1 mm.....	89
18.	Tabel 5.8.	Uji Performansi plastik PVC Ketebalan 0,2 mm.....	92

19.	Tabel 5.9.	Uji Performansi plastik PVC Ketebalan 0,3 mm.....	95
20.	Tabel 5.10.	Uji Performansi plastik PVC Ketebalan 0,4 mm.....	98
21.	Tabel 5.11.	Uji Performansi plastik PVC Ketebalan 0,5 mm.....	101
22.	Tabel 5.12.	Hasil Lama Pemanasan Terbaik Plastik PVC.....	104
23.	Tabel 5.13.	Perbandingan Cokelat Dari Master Model <i>Gypstone</i> Dengan Master Model Ebalta.....	105
24.	Tabel 5.14.	Waktu Produksi Cetakan <i>Rinz Chocolate</i>	107
25.	Tabel 5.15.	Data Spesifikasi Mesin <i>Thermoforming</i>	108
26.	Tabel 5.16.	Komponen Biaya Permesinan <i>Thermoforming</i>	109
27.	Tabel 5.17.	Perhitungan Biaya Pembuatan 7 Buah Master Model <i>Gypstone</i>	110
28.	Tabel 5.18.	Perhitungan Biaya Penggandaan Master Model <i>Gypstone</i>	112
29.	Tabel 5.19.	Perhitungan Biaya Pembuatan 7 Buah Master Model <i>Gypstone</i>	116
30.	Tabel 5.20.	Harga Cetakan <i>Rinz Chocolate</i> per lembar.....	118
31.	Tabel 6.1.	Spesifikasi Mesin <i>Thermoforming</i>	120
32.	Tabel 6.2.	Sampel Produk Jadi.....	121
33.	Tabel 6.3.	Waktu Produksi dan Harga Cetakan Per Lembar Berdasarkan Jumlah Pemesanan.	122

DAFTAR GAMBAR

1.	Gambar 1.1.	<i>Flow Chart</i> Metode Penelitian.....	4
2.	Gambar 3.1.	<i>Pressure Thermoforming</i>	12
3.	Gambar 3.2.	<i>Vacuum Thermoforming</i> Cara Pertama (<i>Negative Mold</i>).....	13
4.	Gambar 3.3.	<i>Vacuum Thermoforming</i> Cara Pertama (<i>Positive Mold</i>).....	14
5.	Gambar 3.4.	<i>Vacuum Thermoforming</i> Cara Kedua.....	15
6.	Gambar 3.5.	<i>Mechanical Thermoforming</i>	16
7.	Gambar 3.6.	Cara Gabungan.....	16
8.	Gambar 3.7.	Contoh Diagram Panah.....	38
9.	Gambar 3.8.	<i>Metal-Sheathed Tubular Element</i>	39
10.	Gambar 3.9.	Elemen Pemanas.....	39
11.	Gambar 3.10.	Pompa Vakum.....	40
12.	Gambar 3.11.	<i>Bourdon Tube</i>	44
13.	Gambar 4.1.	Master Model <i>Rinz Chocolate</i> (Ebalta)	56
14.	Gambar 4.2.	Hasil Penggandaan Master Model Menggunakan Bahan <i>Gypstone</i>	57
15.	Gambar 5.1.	<i>Objective Tree</i> Mesin <i>Thermoforming</i> ..	62
16.	Gambar 5.2.	<i>Function Analysis (Black Box)</i> dari Mesin <i>Thermoforming</i>	63
17.	Gambar 5.3.	<i>Function Analysis (Transparant Box)</i> dari Mesin <i>Thermoforming</i>	63
18.	Gambar 5.4.	Master Model <i>Rinz Chocolate</i>	88
19.	Gambar 5.5.	Diagram Panah Proses <i>Thermoforming</i> ..	106



DAFTAR LAMPIRAN

1. Lampiran 1 : Instruksi Manual
2. Lampiran 2 : Tabel Ukuran Standar Ulir Kasar
3. Lampiran 3 : Tabel Ukuran Standar Ulir Kasar
4. Lampiran 4 : Tabel Tekanan Permukaan Yang Diiijinkan Pada Ulir
5. Lampiran 5 : Tabel Pelepasan Faktor L
6. Lampiran 6 : Tabel Sifat Mekanis Baja Sekrup
7. Lampiran 7 : Tabel Batas Tekanan Dudukan Dari Bahan
8. Lampiran 8 : Tabel Baja Karbon Untuk Konstruksi Mesin
9. Lampiran 9 : Gambar Rancangan Mesin Thermoforming 2 Dimensi
10. Lampiran 10 : Gambar Rancangan Mesin Thermoforming 3 Dimensi

INTISARI

Wong Art merupakan produsen cokelat yang memerlukan media cetakan dalam proses pembuatannya. Selama ini Wong Art menggunakan cetakan yang dibuat dari *silicone rubber*. Namun cetakan cokelat yang menggunakan *silicone rubber* menghadapi berbagai kendala dan tidak memberikan hasil yang maksimal (cokelat tidak mengkilap, sering muncul cacat berupa *bubbles* dan harga cetakan yang terlalu mahal). Pasa saat Jogja Fair 2008, Wong Art memberikan rekomendasi kepada UAJY untuk mengembangkan teknologi cetakan cokelat berbahan baku plastik dengan memanfaatkan kapabilitas ArtCAM. Teknologi ini menuntut adanya mesin *thermoforming* dimana UAJY belum memilikinya. Prinsip dasar proses *thermoforming* ini adalah dengan pemanasan bahan baku berupa lembaran plastik, dibentuk dengan master model dengan menggunakan sistem vakum atau udara bertekanan.

Perancangan mesin *thermoforming* dilakukan dengan menggunakan metode rasional. Metode rasional ini digunakan untuk mengidentifikasi sasaran perancangan, menetapkan spesifikasi yang baik untuk perancangan dan melakukan pemilihan alternatif material berdasarkan tujuan perancangan.

Hasil akhir dari penelitian ini berupa mesin *thermoforming* yang memiliki daya 2232 watt dengan dimensi 535 mm x 450 mm x 920 mm. Mesin *thermoforming* ini dapat membuat cetakan cokelat yang lebih bagus daripada cetakan *silicone rubber*. Cetakan cokelat hasil *thermoforming* dapat menghasilkan produk jadi cokelat yang mengkilap dan tidak ada *bubbles*. Biaya produksi untuk satu lembar cetakan plastik adalah Rp 462.403,52, lebih murah daripada biaya produksi cetakan *silicone rubber* sebesar Rp 1.526.750,00