

**TEKNIK PENGGANDAAN MASTER MODEL UNTUK MESIN  
THERMOFORMING  
(Studi Kasus di Wong Art Semarang)**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan  
Mencapai Derajat Sarjana Teknik Industri



Oleh :

**I WAYAN DICKY MAHENDRA**

**05 06 04500**

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

**2009**

**HALAMAN PENGESAHAN**

Tugas Akhir Berjudul

**TEKNIK PENGGANDAAN MASTER MODEL UNTUK MESIN *THERMOFORMING***

Disusun Oleh :

I Wayan Dicky Mahendra (05 06 04500)

Dinyatakan telah memenuhi syarat

Pada Tanggal : November 2009

Pembimbing I

(T. B. Hanandoko, S.T.,M.T.)

Pembimbing II

(P. Wisnu Anggoro, S.T.,M.T.)

Tim Penguji :

Penguji I

(T. B. Hanandoko, S.T.,M.T.)

Penguji II

(A. Tonny Yuniarto, S.T.,M.Eng.)

Penguji III

(Baju Bawono, S.T.,M.T.)

Yogyakarta, November 2009  
Universitas Atma Jaya Yogyakarta  
Fakultas Teknologi Industri

Dekan

(Paulus Mudjihartono, S.T., M.T.)

**Special for my Savior;  
“Hyang Widhi”**

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

**Do the best 4 our life  
The\_Boyz**

## 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 "Teknik Penggandaan Master Model Untuk Alat *Thermoforming*", 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, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
2. Parama Kartika Dewa, S.T., M.T., selaku Kepala Program Studi Teknik Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
3. Bapak Theodorus B. Hanandoko, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing I.
4. Bapak Paulus Wisnu Anggoro, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing II.
5. Bapak A. Tonny Yuniarto, ST, M.Eng., yang telah memmberi ide, pikiran, dan masukan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Mas Budi, selaku Laboran Laboratorium Proses Produksi Fakultas Teknologi Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah memberi ide, pikiran dan masukan.

7. Para dosen penguji yang telah meluangkan waktunya untuk membaca dan menguji Yugas Akhir ini.
8. Bapak Azhari sekeluarga dan seluruh Crew Bengkel "Hari Mukti", yang telah membantu proses pembuatan mesin *thermoforming*.
9. Papa dan Mama di rumah, terima kasih atas dukungan yang tak ternilai, doa, perhatian, nasehat dan kasih sayangnya.
10. Angga dan Wawan, terimakasih ya. Masmu ini selalu merepotkan kalian.
11. Linda yang telah memberikan semangat dan menemani saat pameran di JEC. Terimakasih ya Lin.
12. Pandu, Jimmy, Bayu, Ifet, Kristi, Aristo, Wida, Sammy dan Nuno yang sudah membantu dan menemani lembur di Laboratorim Proses Produksi.
13. Christian 'mesum' yang telah menyediakan tempat untuk membuat cokelat.
14. Tim ADTC dan Tim Pameran Jogja Fair 2009 (Buat Sendiri Cokelat-mu), ayo kita buka bisnis cokelat!
15. Seluruh teman angkatan 2005 yang telah lulus, akhirnya saya bisa menyusul kalian.
16. Teman-teman KKN angkatan ke 3, terima kasih atas bantuan dan dukungannya. Kebersamaan bersama kalian adalah kenangan terindah dalam masa kuliah di FTI-UAJY.
17. Teman-teman SMU N 6 Yogyakarta Steven, Femmy, Iswara, Sabas, dan Neo. 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.

18. 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.....	iv
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
INTISARI.....	xviii
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
1.5.1. Tahap Metodologi Penelitian.....	3
1.5.2. Tahapan Penelitian.....	5
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. Jenis Kemasan Plastik.....	21
3.2.1. <i>Polyethylene Terephthalate (PET)</i> .....	21
3.2.2. <i>Polyofeline</i> .....	22

3.2.3.	<i>Polyvinylchloride (PVC)</i> .....	23
3.3.	Bahan <i>Polymer</i> .....	24
3.4.	<i>Silicone Rubber</i> .....	25
3.5.	Resin.....	26
3.6.	<i>Gypsum</i> .....	27
3.7.	<i>Gypstone</i> .....	28
3.8.	Pengendalian Waktu Pengerasan.....	30
3.9.	Kekuatan.....	33
3.10.	<i>Process Decision Program Chart</i> .....	38
3.11.	<i>The Cause and Effect Diagram</i> .....	43
3.12.	<i>Arrow Diagram</i> .....	45
3.13.	Perhitungan Biaya.....	52
3.14.	<i>Forming Defect</i> .....	55
BAB 4 DATA		
4.1.	Data Dimensi Logo Rinz Chocolate.....	59
4.2.	Data Waktu Permesinan Logo Rinz Chocolate.....	60
4.3.	Master Logo Rinz Chocolate.....	62
4.4.	Spesifikasi Mesin <i>Thermoforming</i> .....	63
4.5.	Standar Biaya Bahan.....	64
4.7.	Bahan Pengisi Cetakan	65
BAB 5 PEMBAHASAN		
5.1.	Analisis Data dan Pembahasan.....	67
5.1.1.	Proses Pengandaan Menggunakan Mesin MDX-40.....	67
5.1.1.1.	Tahap Desain Logo Rinz Chocolate.....	67
5.1.2.	Tahap Simulasi <i>Machining</i> Dengan	



	Menggunakan Mesin <i>Prototyping</i> Roland MDX-40.....	68
5.2.	Proses Penggandaan Melalui Pengukiran ( <i>Carving</i> ).....	88
5.3.	Menggunakan Cetakan Silicone Rubber..	71
5.4.	Uji dan Analisis Performansi Hasil Penggandaan Master Model.....	73
5.4.1.	<i>Gypsum</i> .....	74
5.4.1.1.	Penanganan Terhadap Permasalahan Mesin.....	77
5.4.1.2.	Penanganan Terhadap Permasalahan Proses Pembuatan Master.....	77
5.4.1.3.	Penanganan Terhadap Material Gypsum yang Menempel pada Plastik.....	80
5.4.2.	Resin.....	81
5.4.2.1.	Penanganan Terhadap Permasalahan <i>Heater</i> .....	83
5.4.2.2.	Penanganan Terhadap Permasalahan Komposisi Material.....	84
5.4.2.3.	Penanganan Terhadap Pemilihan Material.....	86
5.4.3.	<i>Gypstone (Dental Gigi)</i> .....	86
5.4.3.1.	Penanganan Terhadap Masalah Vakum....	89
5.4.3.2.	Penanganan Terhadap Permasalahan Komposisi Material.....	89
5.4.3.3.	Penanganan Terhadap Permasalahan Hasil <i>Forming</i> Kurang Detail.....	92
5.5.	Diagram Panah ( <i>Arrow Diagram</i> ).....	94
5.5.1.	Diagram Panah untuk Cetakan.....	94
5.5.2.	Diagram Panah Pembuatan Master <i>Gypstone</i> .....	96

5.6.	Perhitungan Biaya.....	98
5.6.1.	Biaya Pembuatan Cetakan.....	98
5.6.1.1.	Biaya Pembuatan Master Ebalta.....	98
5.6.1.2.	Biaya Bahan Model.....	99
5.6.1.3.	Biaya Operator Cetakan.....	99
5.6.1.4.	Biaya Bahan <i>Silicone Rubber</i> .....	100
5.6.1.5.	Biaya Bahan Pendukung.....	100
5.6.2.	Biaya Pembuatan Master.....	100
5.6.2.1.	Biaya Pembuatan Master <i>Gypstone</i> .....	100
5.6.2.2.	Biaya Operator <i>Gypstone</i> .....	103
5.6.2.3.	Rekapitulasi Komponen Master <i>Gypstone</i> per unit.....	103
5.6.2.4.	Rekapitulasi Komponen Biaya Master <i>Gypstone</i> 21 unit.....	106
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN		
6.1.	Kesimpulan.....	114
6.2.	Saran.....	115
DAFTAR PUSTAKA.....		116
LAMPIRAN.....		117

## DAFTAR TABEL

1.	Tabel 2.1.	Perbandingan Penelitian Terdahulu dan Sekarang.....	10
2.	Tabel 3.1.	Efek Rasio W:P dan Pengadukan Terhadap Waktu Pengerasan <i>Plaster of Paris</i> .....	33
3.	Tabel 3.2.	Efek Pengerasan pada Kekuatan <i>Plaster of Paris</i> .....	34
4.	Tabel 3.3.	Efek Rasio W:P dan Waktu Pengadukan pada Kekuatan <i>Plaster of Paris</i> .....	36
5.	Tabel 3.4.	Jenis-Jenis Produk Gypsum.....	37
6.	Tabel 3.5.	Cacat Pada Proses <i>Thermoforming</i> .....	57
7.	Tabel 4.1.	Data Waktu Permesinan Logo Rinz <i>Chocolate</i> .....	60
8.	Tabel 4.2.	Spesifikasi Mesin <i>Thermforming</i> .....	63
9.	Tabel 4.3.	Standar Biaya <i>Machining</i> .....	64
10.	Tabel 4.4.	Bahan Pembuat Cetakan.....	64
11.	Tabel 4.5.	Bahan Pengisi Cetakan.....	65
12.	Tabel 5.1.	Komposisi Material <i>Gypsum</i> .....	76
13.	Tabel 5.2.	Komposisi Material Alternatif 1.....	77
14.	Tabel 5.3.	Komposisi Material Alternatif 2.....	78
15.	Tabel 5.4.	Komposisi Material Alternatif 3.....	79
16.	Tabel 5.5.	Komposisi Material Resin.....	82
17.	Tabel 5.6.	Komposisi Material Resin dan Talk...	84
18.	Tabel 5.7.	Komposisi Material <i>Gypstone</i> .....	88
19.	Tabel 5.8.	Komposisi Material <i>Gypstone</i> dan Resin.....	90
20.	Tabel 5.9.	Ukuran dan Volume Cetakan.....	96

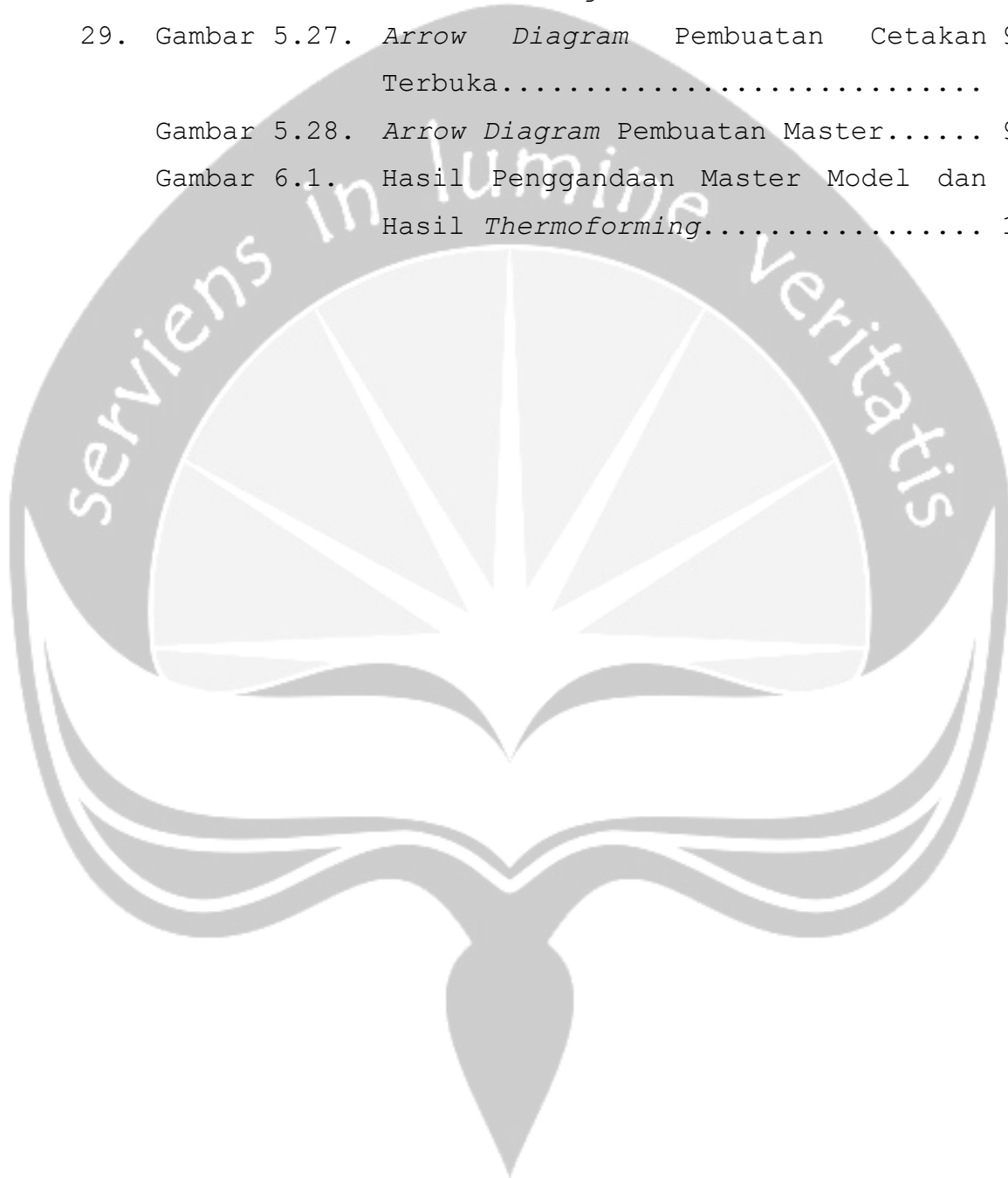
21.	Tabel 5.10.	Ukuran dan Volume Cetakan.....	96
22.	Tabel 5.11.	Biaya Bahan <i>Gypstone</i> dan <i>Fiber</i> .....	102
23.	Tabel 5.12.	Rekapitulasi Komponen Biaya Master <i>Gypstone</i> Per Unit.....	105
24.	Tabel 5.13.	Rekapitulasi Komponen Biaya Master <i>Gypstone</i> Logo Rinz Polos.....	107
25.	Tabel 5.14.	Rekapitulasi Komponen Biaya Master <i>Gypstone</i> Logo Rinz <i>Texture</i> Tepi.....	109
26.	Tabel 5.15.	Rekapitulasi Komponen Biaya <i>Gypstone</i> Logo <i>Texture</i> Tengah.....	111
27.	Tabel 5.16.	Perbandingan Master Ebalta dan <i>Gypstone</i> .....	112
28.	Tabel 6.1.	Hasil Estimasi Biaya dan Waktu Produksi.....	115

## DAFTAR GAMBAR

1.	Gambar 1.1.	<i>Flow Chart</i> Metode Penelitian.....	4
2.	Gambar 3.1.	<i>Clamping Step</i> .....	12
2.	Gambar 3.2.	<i>Heating Step</i> .....	13
6.	Gambar 3.3.	<i>Pre-Stretch</i> .....	14
7.	Gambar 3.4.	<i>Vaccum</i> .....	15
8.	Gambar 3.5.	<i>Plug Assist</i> .....	16
9.	Gambar 3.6.	<i>Release</i> .....	16
10.	Gambar 3.7.	<i>Process Fundamental of Vacuum Forming</i> .....	17
11.	Gambar 3.8.	<i>Pressure Forming</i> .....	18
12.	Gambar 3.9.	<i>Pelubangan pada Master</i> .....	19
13.	Gambar 3.10.	<i>Plug Assist Forming</i> .....	20
14.	Gambar 3.11.	Produk Berbahan PET.....	21
15.	Gambar 3.12.	<i>Produk Berbahan Polyoleine</i> .....	23
15.	Gambar 3.13.	<i>Polyvinylchloride</i> .....	24
16.	Gambar 3.14.	Penamaan dan Arti dari Simbol.....	40
17.	Gambar 3.15.	Urutan Waktu.....	40
18.	Gambar 3.16.	Loops Umpan Balik.....	41
19.	Gambar 3.17.	PDPC.....	43
20.	Gambar 3.18.	Diagram Sebab Akibat.....	44
21.	Gambar 3.19.	Nama dan Arti Simbol.....	47
22.	Gambar 3.20.	<i>Preseding and Subsequent Activity</i> ...	47
23.	Gambar 3.21.	<i>Parallel activity</i> .....	48
24.	Gambar 3.22.	<i>Use of Dummies to Depict a Pair of Parallel Activity</i> .....	48
25.	Gambar 3.23.	<i>Use of Dummies to Indicate Sequential Relationship</i> .....	49
26.	Gambar 3.24.	<i>Loops (forbidden)</i> .....	50
27.	Gambar 3.25.	<i>Unnercessary Dummy</i> .....	50

28.	Gambar 4.1.	Dimensi Logo <i>Rinz Chocolate</i> .....	59
29.	Gambar 4.2.	Master Hasil <i>Machining</i> .....	62
30.	Gambar 4.3.	Mesin <i>Thermoforming</i> .....	63
29.	Gambar 5.1.	Gambar <i>ArtCAM</i> .....	68
29.	Gambar 5.2.	Hasil Simulasi Proses <i>Roughing</i> .....	68
29.	Gambar 5.3.	Hasil Simulasi Proses <i>Semi-Finishing</i>	69
29.	Gambar 5.4.	Hasil Simulasi Proses <i>Finishing</i> .....	69
29.	Gambar 5.5.	Tahapan Proses Pembuatan Cetakan <i>Silicone</i> .....	73
29.	Gambar 5.6.	Master <i>Gypsum</i> .....	74
29.	Gambar 5.7.	Analisis Master <i>Gypsum</i> Pecah.....	75
29.	Gambar 5.8.	Master <i>Gypsum</i> Pecah.....	76
29.	Gambar 5.9.	Master <i>Gypsum</i> Alternatif 1.....	78
29.	Gambar 5.10.	Master <i>Gypsum</i> Alternatif 2.....	79
29.	Gambar 5.11.	Analisis Master <i>Gypsum</i> Menempel pada Plastik.....	80
29.	Gambar 5.12.	Master <i>Gypsum</i> pada Plastik.....	81
29.	Gambar 5.13.	Master Resin.....	81
29.	Gambar 5.14.	Analisis Terjadinya Flek pada Plastik.....	83
29.	Gambar 5.15.	Flek pada Plastik.....	83
29.	Gambar 5.16.	Master Campuran Resin dan Talk.....	85
29.	Gambar 5.17.	Flek Campuran Resin dan Talk.....	86
29.	Gambar 5.18.	Master <i>Gypstone</i> .....	87
29.	Gambar 5.19.	Analisis Master <i>Gypstone</i> Pecah.....	88
29.	Gambar 5.20.	Master <i>Gypstone</i> Pecah.....	89
29.	Gambar 5.21.	Master Pecah dan Melekat pada Meja Alas.....	90
29.	Gambar 5.22.	Serat Fiber.....	91
29.	Gambar 5.23.	Hasil <i>Forming</i> Kurang Detail.....	91
29.	Gambar 5.24.	Analisis untuk Mendapatkan Hasil	91

	<i>Forming</i> Detail.....	92
29.	Gambar 5.25. Proses Pengeboran.....	93
29.	Gambar 5.26. Hasil <i>Forming</i> Detail.....	
29.	Gambar 5.27. <i>Arrow Diagram</i> Pembuatan Cetakan Terbuka.....	95
	Gambar 5.28. <i>Arrow Diagram</i> Pembuatan Master.....	97
	Gambar 6.1. Hasil Penggandaan Master Model dan Hasil <i>Thermoforming</i> .....	115



**LAMPIRAN**

1. Lampiran 1. *Process Decision Program* 116  
*Chart*.....





## INTISARI

Plastik memang mempunyai beberapa keunggulan sifat, diantaranya kuat tetapi ringan, tidak berkarat, sifat termoplastis (bisa direkat menggunakan panas), dapat diberi label atau cetakan dengan berbagai kreasi, dan mudah diubah bentuknya. Sebagai bahan pembungkus, plastik dapat digunakan dalam bentuk tunggal komposit atau multilapis dengan bahan lain, baik antara plastik dan plastik yang beda jenis, plastik dan kertas, maupun dengan yang lain. Kelebihan plastik ini kemudian akan dijadikan sebagai bahan pembuatan cetakan plastik sebagai upaya merintis kerja sama Wong Art Semarang (produsen coklat dan kue). Upaya penggandaan master model perlu dilakukan untuk memenuhi kebutuhan produksi coklat dalam jumlah banyak (Wong Art) dalam satu kali proses pembuatan coklat.

Mengingat ragam jenis material yang digunakan untuk pembuatan master model, maka perlu investigasi teknik penggandaan master model dengan biaya murah (di bawah biaya penggunaan *silicone rubber*) dan mampu menghasilkan master yang sesuai dengan aslinya. Investigasi atau pengujian ini dilakukan dengan menggunakan *fish bone diagram* serta PDCP untuk mengetahui material yang paling sesuai untuk mesin *thermoforming*.

Hasil akhir dari penelitian ini berupa material *gypstone* dan serat fiber merupakan material yang cocok untuk digunakan pada mesin *thermoforming*. Biaya produksi untuk 21 master model *gypstone* adalah Rp 429.559,52, lebih murah daripada biaya produksi master menggunakan material ebalta sebesar Rp 1.340.000,00