

**PEMBUATAN PROTOTIPE CETAKAN COKLAT BENTUK BUS
WERKUDARA KOTA SOLO**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Mencapai
Derajat Sarjana Teknik Industri



Disusun Oleh:
LISA OLIVIA YOSEPHINE
NIM: 09 06 05772

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
2013**

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi Berjudul

**PEMBUATAN PROTOTYPE CETAKAN COKLAT BENTUK BUS WERKUDARA
KOTA SOLO**

Dinyatakan Telah Memenuhi Syarat
Pada Tanggal :

Pembimbing,

T.B.Hanandoko, S.T., M.T.

Tim Penguji

Penguji I

T.B.Hanandoko, S.T., M.T.

Penguji II

penguji III

(Yosef Daryanto, S.T., M.T.)

(Drs. Ign Luddy Indra P, M.Sc.)

Yogyakarta, Juli 2013
Universitas Atma Jaya Yogyakarta
Fakultas Teknologi Industri

(Ir. B. Kristyanto, M.Eng., Ph.D.)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

MY BELOVED FATHER AND MOTHER

MY BELOVED BROTHER

ESPECIALLY DEDICATION :

MY BELOVED GOD

*Ketika aku berpikir “kakiku goyang”,
maka kasih setia-Mu ya Tuhan menyokong aku
Apabila bertambah banyak pikiran dalam batinku,
penghiburan-Mu menyenangkan jiwaku
(Mazmur 94:18-19)*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat, karunia dan kasih-Nya penulis dapat menyelesaikan penelitian tugas akhir ini.

Skripsi dengan judul “Pembuatan Prototipe Cetakan Coklat Bentuk Bus Werkudara” ditulis guna memenuhi persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana pada Fakultas Teknologi Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu tidak lupa penulis ucapkan terimakasih kepada:

1. Yesus Kristus, untuk penyertaan dan bimbingan-Nya.
2. Bapak Ir. B. Kristyanto, M.Eng., Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
3. Bapak The Jin Ai, D.Eng., selaku ketua program studi Teknik Industri, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
4. Bapak Theodorus B. Hanandoko, S.T., M.T., selaku pembimbing, yang telah meluangkan waktu dan pikiran untuk membimbing dan memberi masukan untuk menyelesaikan skripsi ini.
5. My beloved Parents and brother, papi mami dan koko, terimakasih atas doa, perhatian, dukungan dan kasih sayang selama ini.
6. Bapak A. Tonny Yuniarto, ST., M.Eng., selaku Kepala Laboratorium Proses Produksi

7. Bapak Paulus Wisnu Anggoro, S.T., M.T., terimakasih pak atas bantuannya sebelum machining.
8. Mas Budi, selaku Laboran Laboratorium Proses Produksi Fakultas Teknologi Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah memberikan cerita horor dan lucunya yang menghibur, terimakasih juga untuk bantuannya selama ini dan semangat sebelum pendadaran.
9. Kepala Laboratorium Pemodelan dan Optimasi; Pak Aron dan Mbak Yuli, selaku Laboran yang telah memberi kesempatan untuk menjadi asisten selama dua tahun, juga terimakasih untuk cerita dan kelucuan yang terjadi di dalam lab.
10. Para dosen penguji yang telah meluangkan waktunya untuk membaca dan menguji skripsi ini
11. Mr. JPD, terimakasih banyak atas masukan, cerita dan bantuannya selama ini.
12. Teman seperjuangan Vinta, Budi, Anton yang sudah berbagi pengalaman dan cerita yang sangat berharga.
13. Teman-teman asisten lab PO dan PP, terimakasih atas semua waktu selama dua tahun kemarin sampai saat ini, tidak akan terlupakan.
14. Teman-teman angkatan 2009 (cicik Dewi, Gitut, Dian, Uya, Brian, Joel, Fio, Om Aga, Emak, semua teman Pasutri 2009 yang tidak dapat disebutkan satu persatu karena terlalu banyak :D) yang telah memberikan pengalaman dan kebersamaan yang sangat berharga, semoga kita semua sukses kawan. Amin..☺
15. Serta semua pihak yang telah membantu, tetapi tidak dapat disebutkan satu persatu.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xxii
INTISARI	xxiv

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.4. Batasan Masalah	5
1.5. Metodologi Penelitian	6
1.6. Sistematika Penulisan	8

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu	9
2.2. Penelitian Sekarang	9

BAB 3. LANDASAN TEORI

3.1. <i>Computer-Aided-Design</i> (CAD) dan <i>Computer-Aided-Manufacturing</i> (CAM)	12
3.2. CorelDraw	15
3.3. Delcam PowerSHAPE	23
3.4. Delcam ArtCAM	29
3.5. Delcam PowerMill	34

3.6.	Mesin NC	55
3.7.	<i>Thermoforming</i>	57
3.8.	Karakteristik Plastik	63
3.8.1.	<i>Polyethylene (PE)</i>	64
3.8.2.	<i>Polyvinyl Chloride (PVC)</i>	65
3.8.3.	<i>Polystyrene (PS)</i>	66
3.8.4.	<i>Polytetrafluoroethylene (PTFE)</i>	66
3.8.5.	<i>Polypropylene (PP)</i>	67
3.9.	Karakteristik Coklat	68
3.10.	Biaya Pembuatan Cetakan	69
3.10.1.	Biaya Desain (BD)	69
3.10.2.	Biaya Mastering (BM)	70
3.10.3.	Biaya <i>Thermoforming</i> (BT)	71
3.10.4.	Biaya <i>Laser Cutting</i>	71
3.10.5.	Biaya <i>Overhead</i>	71

BAB 4. DATA

4.1.	Requirement List	72
4.2.	Gambar Bus Tingkat Wisata Werkudara	76
4.3.	Aksesoris Identitas Bus Werkudara	78
4.3.1.	Tulisan "SOLO, the spirit of java" ..	78
4.3.2.	Tulisan "Bus Tingkat Wisata Werkudara" ...	79
4.3.3.	Gambar Wayang Werkudara	79
4.4.	Gambar 2D	80
4.4.1.	Gambar 2D Bus Tingkat Wisata Werkudara ...	80
4.4.2.	Gambar 2D Tatakan	81
4.5.	Spesifikasi Teknik Roland MD-X40	82
4.6.	<i>Cutting Tools</i> , Data <i>Collet</i> dan Parameter Kecepatan	83
4.7.	Spesifikasi Teknik Mesin Vakum <i>Thermoforming</i>	87
4.8.	Harga Material	88
4.9.	Biaya Operator	88

BAB 5. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1.	Tracing Badan Bus dan Decal Bus	89
5.1.1.	Tracing Badan Bus	89
5.1.2.	Tracing Decal Bus	91
5.1.3.	Perkiraan Layout Decal Bus	94
5.2.	Tahap Perencanaan Desain dan Proses Produksi	98
5.2.1.	Pertimbangan Desain dan Kemampuan Proses Produksi	98
5.2.2.	Pertimbangan Persediaan Material	101
5.2.3.	Pertimbangan Area Permesinan	101
5.3.	Tahap Pembuatan Desain	102
5.3.1.	Pembuatan Relief Tulisan "SOLO, the spirit of java"	102
5.3.2.	Pembuatan Relief Tulisan "Bus Tingkat Wisata Werkudara	108
5.3.3.	Pembuatan Relief Gabungan Wayang Werkudara dan Kaca Bawah Bagian Belakang.....	113
5.3.4.	Pembuatan Relief Kursi	119
5.3.5.	Pembuatan Lubang Angin Bus	123
5.3.6.	Pembuatan Relief Lampu Belakang	126
5.3.7.	Pembuatan Model 3D Bus	128
5.3.8.	Assembly Cetakan Coklat	158
5.3.9.	Pembuatan Model Master Cetakan	174
5.3.10.	Pembuatan Model Master <i>Packaging</i>	175
5.4.	Model dan Dimensi	182
5.4.1.	Pertimbangan Alat Potong yang Tersedia ...	182
5.4.1.1.	Alat Potong untuk Pembuatan Cetakan Bus	182
5.4.1.2.	Alat Potong untuk Pembuatan <i>Packaging</i>	183

5.4.2.	Estimasi Dimensi	184
5.4.2.1.	Master Cetakan Bus	184
5.4.2.2.	Master <i>Packaging</i>	185
5.5.	Mekanisme Penjepit Cetakan Bus	185
5.6.	Pembuatan Data CAM Menggunakan Delcam PowerMill ...	186
5.6.1.	Pembuatan Data CAM Master Cetakan Bus	187
5.6.1.1.	Penentuan Parameter	187
5.6.1.2.	Pembuatan <i>Cutting Tools</i>	190
5.6.1.3.	Pembuatan <i>Boundaries</i>	198
5.6.1.4.	Pembuatan <i>Pattern</i>	201
5.6.1.5.	Pembuatan <i>Toolpaths</i>	203
5.6.1.6.	<i>Toolpath Verification</i>	217
5.6.1.7.	Pembuatan NC Program	217
5.6.1.8.	Estimasi Waktu Permesinan ..	222
5.6.2.	Pembuatan Data CAM Master <i>Packaging</i> .	226
5.6.2.1.	Penentuan Parameter	226
5.6.2.2.	Pembuatan <i>Cutting Tools</i>	229
5.6.2.3.	Pembuatan <i>Boundaries</i>	233
5.6.2.4.	Pembuatan <i>Toolpaths</i>	234
5.6.2.5.	<i>Toolpath Verification</i>	238
5.6.2.6.	Pembuatan NC Program	239
5.6.2.7.	Estimasi Waktu Permesinan ..	241
5.7.	Analisis Biaya	243
5.7.1.	Biaya Desain (BD)	243
5.7.2.	Biaya Mastering (BM)	244
5.7.3.	Biaya <i>Thermoforming</i> (BT)	244
5.7.4.	Biaya Laser <i>Cutting</i>	245
5.7.5.	Biaya Overhead (BO)	245
5.7.6.	Total Estimasi Biaya	246
5.8.	Pembuatan Lubang <i>Vaccum</i> pada Master Cetakan Bus Werkudara dan <i>Packaging</i>	246

5.9. Feedback Pelanggan Terhadap Hasil Cetakan Coklat...	248
--	-----

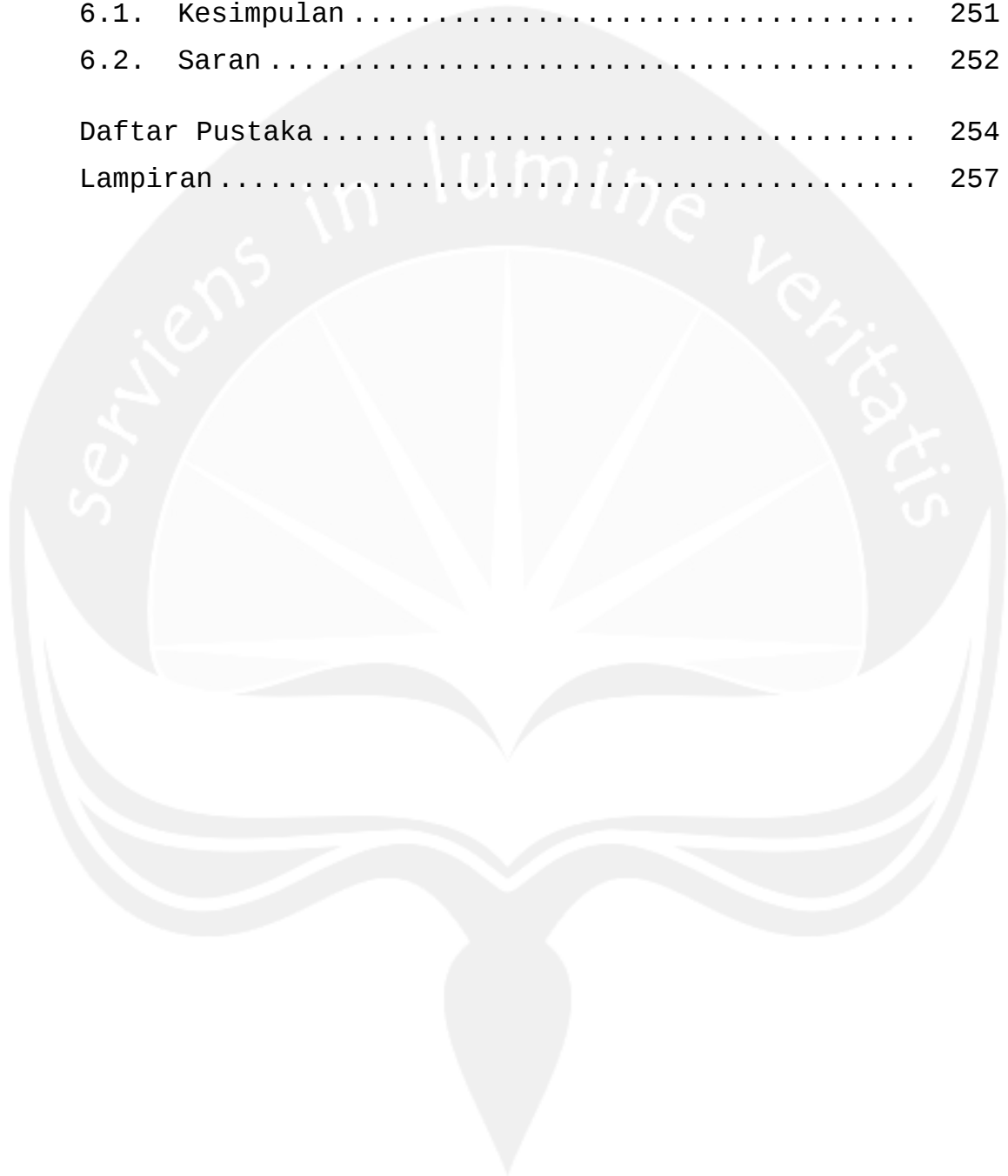
BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan	251
-----------------------	-----

6.2. Saran	252
------------------	-----

Daftar Pustaka	254
----------------------	-----

Lampiran	257
----------------	-----



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbandingan Penelitian Terdahulu dan Sekarang	11
Tabel 4.1	<i>Requirement List</i>	72
Tabel 4.2	Spesifikasi Teknik Roland MDX-40	82
Tabel 4.3	Spesifikasi <i>End Mill</i> dan <i>Ball Nosed</i> ..	84
Tabel 4.4	Data <i>Single Lips</i>	84
Tabel 4.5	Data <i>Collet</i>	85
Tabel 4.6	Parameter <i>Cutting Feeds and Speeds</i> ...	86
Tabel 4.7	Spesifikasi Teknik Mesin <i>Vaccum Thermoforming</i>	87
Tabel 4.8	Harga Material	88
Tabel 5.1	Daftar <i>Cutting Tools</i> yang Digunakan ..	190
Tabel 5.2	Daftar <i>Cutting Tools</i> yang Digunakan ..	229
Tabel 5.3	Total Estimasi Biaya	246

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Diagram Alir Metodologi Penelitian ...	8
Gambar 3.1	Tampilan Layar PowerShape 8.2.....	24
Gambar 3.2	<i>General Edit</i>	24
Gambar 3.3	<i>Analitical Tools Icon</i>	28
Gambar 3.4	Tampilan Awal Layar ArtCAM Pro	30
Gambar 3.5	Kotak Dialog Ukuran dan Resolusi Model	30
Gambar 3.6	Tampilan Layar ArtCAM Pro	31
Gambar 3.7	ArtCAM Assistant	32
Gambar 3.8	Tampilan 3D dan 2D	33
Gambar 3.9	<i>Layer Assistant</i>	34
Gambar 3.10	Tampilan Layar PowerMill 8.0.....	35
Gambar 3.11	PowerMill <i>Main Toolbar</i>	36
Gambar 3.12	Kotak Dialog <i>Feeds and Speeds</i>	36
Gambar 3.13	Kotak Dialog <i>Rapid Move Heights</i>	37
Gambar 3.14	Kotak Dialog <i>Start and End Point</i>	38
Gambar 3.15	Kotak Dialog Z Height pada Tabel <i>Lead</i> and Link	40
Gambar 3.16	Kotak Dialog <i>Lead In</i> dan <i>Lead Out</i>	41
Gambar 3.17	Kotak Dialog <i>Links</i>	42
Gambar 3.18	<i>Tanda Verifikasi Toolpath</i>	47
Gambar 3.19	<i>Icon Cutting tools</i>	48
Gambar 3.20	Kotak Dialog Tip	49
Gambar 3.21	Kotak Dialog Shank	50
Gambar 3.22	Kotak Dialog Holder	51
Gambar 3.23	Kotak dialog Boundary User-defined ...	52
Gambar 3.24	Estimasi Waktu Pemesinan	53
Gambar 3.25	Pembuatan NC Program	54
Gambar 3.26	Pembuatan NC Codes	55
Gambar 3.27	<i>Pressure Thermoforming</i>	58

Gambar 3.28	Metode <i>Vacuum Thermoforming</i> untuk <i>Female Mold</i>	59
Gambar 3.29	Metode <i>Vacuum Thermoforming</i> untuk <i>Male Mold</i>	60
Gambar 3.30	Metode <i>Thermoforming</i> yang Kedua	61
Gambar 3.31	<i>Mechanical Thermoforming</i>	62
Gambar 3.32	Metode <i>Hybrid</i>	63
Gambar 4.1	Sketsa Asli Bus Tingkat Wisata Werkudara...	76
Gambar 4.2	Bus Tingkat wisata Werkudara Tampak Samping, Depan dan Belakang	77
Gambar 4.3	Tulisan "SOLO, the spirit of java" ...	78
Gambar 4.4	Tulisan "Bus Tingkat Wisata Werkudara"	79
Gambar 4.5	Wayang Werkudara	79
Gambar 4.6	Sketsa 2D Bus Tingkat Werkudara	80
Gambar 4.7	Sketsa 2D <i>Packaging</i>	81
Gambar 5.1	<i>Import File JPG</i> Bus Werkudara	90
Gambar 5.2	Vektor Bagian Depan Bus	90
Gambar 5.3	Vektor Depan, Belakang dan Samping Bus	91
Gambar 5.4	<i>Import File JPG</i> "Werkudara"	92
Gambar 5.5	Vektor Tulisan "Werkudara"	93
Gambar 5.6	<i>Import File JPG</i> "Solo, the spirit of java".	93
Gambar 5.7	Vektor Tulisan "SOLO, the spirit of java"..	94
Gambar 5.8	<i>Layout</i> Tampilan Bus Werkudara	95
Gambar 5.9	Gambar <i>Export</i> Vektor Bus Tampak Depan	95
Gambar 5.10	Gambar <i>Export</i> Vektor Bus Tampak Belakang...	96
Gambar 5.11	Gambar <i>Export</i> Vektor Bus Tampak Samping ...	96
Gambar 5.12	Gambar <i>Export</i> Tulisan SOLO	96
Gambar 5.13	Gambar <i>Export</i> Vektor Tulisan Werkudara	97

Gambar 5.14	Gambar <i>Export</i> Vektor Kursi Penumpang Bagian Atas	97
Gambar 5.15	Gambar <i>Export</i> Vektor Lubang Angin Samping..	97
Gambar 5.16	<i>Export</i> Vektor Jendela Samping Bagian Belakang	97
Gambar 5.17	<i>Export</i> Vektor Lampu Belakang	98
Gambar 5.18	Perencanaan Desain Cetakan dan Proses Produksi	99
Gambar 5.19	Bus dan <i>Packaging</i>	101
Gambar 5.20	Vektor "SOLO, the spirit of java"	103
Gambar 5.21	Hasil <i>Offset Vector</i>	103
Gambar 5.22	<i>Shape Editor</i> "SOLO"	104
Gambar 5.23	<i>Offset Vector</i> "SOLO" <i>Shape Editor</i>	105
Gambar 5.24	<i>Shape Editor</i> "the spirit of java"	105
Gambar 5.25	<i>Offset Vector</i> "the spirit of java" <i>Shape Editor</i>	106
Gambar 5.26	Gambar 5.26 Hasil Relief Tulisan "SOLO, the spirit of java"	107
Gambar 5.27	Hasil <i>Triangle Mesh</i>	107
Gambar 5.28	Vektor Tulisan Werkudara	108
Gambar 5.29	Vektor Tulisan Bus Tingkat Wisata	109
Gambar 5.30	Hasil <i>Offset Vector</i>	109
Gambar 5.31	<i>Shape Editor vector</i>	110
Gambar 5.32	<i>Offset Vector Shape Editor</i>	111
Gambar 5.33	Hasil Relief Tulisan Bus Tingkat Wisata Werkudara	111
Gambar 5.34	Hasil <i>Triangle Mesh</i>	112
Gambar 5.35	<i>File JPEG</i> Werkudara	113
Gambar 5.36	Hasil <i>Tracing</i> Werkudara	114
Gambar 5.37	<i>Shape Editor Vector</i> Kepala	114
Gambar 3.38	<i>Shape Editor Vector</i> Badan	115

Gambar 3.39	<i>Texture Relief</i>	115
Gambar 3.40	Hasil Relief Werkudara	116
Gambar 3.41	Hasil <i>Import file</i> vektor kaca belakang	117
Gambar 3.42	<i>Shape Editor</i> Kaca	117
Gambar 3.43	<i>Tab 3D Clipart</i>	118
Gambar 3.44	Hasil Relief Gabungan	118
Gambar 3.45	Hasil <i>Triangle Mesh</i>	119
Gambar 3.46	Vektor Kursi	120
Gambar 3.47	<i>Shape Editor</i> Garis <i>Horizontal</i>	120
Gambar 3.48	<i>Shape Editor</i> Garis Vertikal	121
Gambar 3.49	<i>Shape Editor</i> Relief Kursi	121
Gambar 3.50	Hasil Akhir Relief Kursi	122
Gambar 3.51	Hasil <i>Triangle Mesh</i>	122
Gambar 3.52	Vektor Lubang Angin	123
Gambar 3.53	<i>Create Polyline</i>	123
Gambar 3.54	<i>Shape Editor</i> Dasar Lubang Angin	124
Gambar 3.55	<i>Shape Editor</i> Lubang Angin	124
Gambar 3.56	Hasil Akhir Relief Lubang Angin	125
Gambar 3.57	Hasil <i>Triangle Mesh</i>	125
Gambar 3.58	Vektor Lampu Belakang	126
Gambar 3.59	<i>Shape Editor</i>	126
Gambar 3.60	Hasil Relief Lampu Bus Belakang	127
Gambar 3.61	Hasil <i>Triangle Mesh</i>	127
Gambar 3.62	Tampilan Hasil <i>Import</i>	128
Gambar 3.63	Tampilan Kurva Badan Bus	129
Gambar 3.64	Hasil Pembuatan Kurva dalam Badan Bus	129
Gambar 3.65	Hasil Penggeseran Kurva Luar Badan Bus	130
Gambar 3.66	Lengkung diSekeliling Kurva	130
Gambar 3.67	Contoh Sebagian Hasil <i>Automatic surfacing</i> ..	131
Gambar 3.68	Hasil <i>Automatic surfacing</i> untuk Bagian Atas, Depan dan Belakang	131

Gambar 3.69	Hasil Pembuatan Kurva Lengkung untuk Profil Roda Bus	132
Gambar 3.70	Hasil <i>Surface</i> Roda	133
Gambar 3.71	<i>Workplane</i> Bantuan	133
Gambar 3.72	<i>Wireframe</i> Velg Roda Bus	134
Gambar 3.73	<i>Surface</i> Velg Roda Bus	134
Gambar 3.74	<i>Surface</i> Luar Roda Bus	135
Gambar 3.75	Profil <i>Spatbor</i> Bus	135
Gambar 3.76	<i>Wireframe</i> Penghubung <i>Spatbor</i> dan Roda Bus Kursi	136
Gambar 3.77	<i>Surface</i> Penghubung Roda Bus dan <i>Wireframe</i> ..	136
Gambar 3.78	Hasil <i>Copy</i> Bagian Roda	137
Gambar 3.79	<i>Surface</i> Badan Bus	137
Gambar 3.80	Hasil Ekstrusi	138
Gambar 3.81	Hasil <i>Mirror Surface</i> Sisi Bus	139
Gambar 3.82	Pembuatan Bola untuk Tekstur Ban Bus .	139
Gambar 3.83	Penyusunan <i>Surface</i> Bola dengan <i>Circular</i> <i>Pattern</i>	140
Gambar 3.84	Hasil <i>Limit Selection</i> Tekstur Ban	140
Gambar 3.85	Hasil <i>Break Surface</i>	141
Gambar 3.86	Hasil <i>Surface Join</i>	141
Gambar 3.87	Hasil Rotasi <i>Wireframe</i> Profil Depan ..	142
Gambar 3.88	Hasil <i>Curve Projection</i>	143
Gambar 3.89	Hasil <i>Limit Selection Surface</i> Depan Bus ...	144
Gambar 3.90	Hasil <i>Wireframe Ekstrusion</i>	144
Gambar 3.91	Hasil <i>Automatic Surface</i> Kaca Depan dan Lampu Depan.....	145
Gambar 3.92	Hasil Proyeksi <i>Wiper</i> terhadap Kaca Depan...	145
Gambar 3.93	Hasil Pembuatan Relief Belakang Bus ..	146
Gambar 3.94	<i>Wrap Triangles</i>	147
Gambar 3.95	<i>Wrapper Selection</i>	147

Gambar 3.96	<i>Wrap Method</i>	148
Gambar 3.97	Hasil Akhir Relief Bagian Belakang ...	148
Gambar 3.98	Hasil Pembuatan Relief Samping Bus ...	149
Gambar 3.99	Hasil Akhir Relief Samping Bus	150
Gambar 3.100	<i>Composite curve</i> Bagian Roda Bus	150
Gambar 3.101	Bagian Bawah Roda Bus Bagian Depan dan Belakang	151
Gambar 3.102	Hasil Pencerminkan Profil Luar Roda Bus	152
Gambar 3.103	Hasil <i>Break Surface</i> Profil Luar Roda Bus...	152
Gambar 3.104	Hasil Pembuatan <i>Wireframe</i> dari Profil Roda Bus	153
Gambar 3.105	Hasil <i>Copy Wireframe</i> Profil Roda Bus .	153
Gambar 3.106	Pembuatan <i>Wireframe</i> dari <i>Surface</i>	154
Gambar 3.107	Hasil Pembuatan Profil Roda Bus Bagian Dalam Baru	154
Gambar 3.108	Hasil Pembuatan <i>Surface</i>	155
Gambar 3.109	Hasil Potongan <i>Surface</i> Profil Dalam Roda Bus	155
Gambar 3.110	<i>Surface</i> Penutup Profil Bagian Dalam ..	156
Gambar 3.111	Hasil Pencerminkan Profil Bawah Roda Bus ...	156
Gambar 3.112	<i>Composite curve</i> Dasar Bus	157
Gambar 3.113	Hasil Akhir Bagian Dasar Bus	157
Gambar 3.114	Hasil Akhir Model 3D Bus Werkudara ...	158
Gambar 3.115	<i>Level</i> 5 untuk <i>Assembly</i> Bagian Depan ..	159
Gambar 3.116	<i>Level</i> 6 untuk <i>Assembly</i> Bagian Belakang	159
Gambar 3.117	<i>Level</i> 7 untuk <i>Assembly</i> Samping Kanan .	160
Gambar 3.118	<i>Level</i> 8 untuk <i>Assembly</i> Samping Kiri ..	160
Gambar 3.119	<i>Level</i> 9 untuk <i>Assembly</i> Bagian Atas ...	161
Gambar 3.120	<i>Level</i> 10 untuk <i>Assembly</i> Bagian Bawah .	161
Gambar 3.121	Garis Bantu <i>Split Line</i>	162
Gambar 3.122	Garis Bantu Samping Cetakan	163

Gambar 3.123	<i>Surface</i> di Bagian Atas dan Bawah Cetakan Depan	163
Gambar 3.124	<i>Composite curve</i> dari <i>Surface</i> bagian Samping	164
Gambar 3.125	Hasil Ekstrusi Samping	164
Gambar 3.126	Hasil Duplikasi <i>Surface</i> Samping Cetakan Depan	165
Gambar 3.127	Garis Bantu di Bagian Bawah Cetakan Depan..	165
Gambar 3.128	Garis Bantu Cetakan Bagian Depan	166
Gambar 3.129	Garis-garis Bantu Pembuatan <i>Surface Master</i> Cetakan	166
Gambar 3.130	Hasil Akhir Cetakan Bagian Depan	167
Gambar 3.131	Bingkai Luar Cetakan Bagian Belakang .	167
Gambar 3.132	Pembuatan <i>Composite curve</i> Bingkai Luar dan Tepi <i>Surface</i>	168
Gambar 3.133	Hasil Pembuatan <i>Surface</i> Bingkai Luar .	168
Gambar 3.134	Hasil Akhir Cetakan Bagian Belakang ..	169
Gambar 3.135	<i>Surface</i> Bingkai Badan Bus	169
Gambar 3.136	<i>Surface</i> Bingkai Badan Bus	170
Gambar 3.137	Hasil Duplikasi <i>Surface</i> Bingkai Samping Badan Bus	170
Gambar 3.138	<i>Composite curve</i> Atas Bus	171
Gambar 3.139	Hasil Ekstrusi <i>Curve</i> Atas Bus	171
Gambar 3.140	<i>Composite curve</i> Bagian Bawah	172
Gambar 3.141	<i>Composite Line</i>	172
Gambar 3.142	<i>Surface</i> Sisi Pertama	173
Gambar 3.143	Hasil <i>Surface</i> Semua Sisi Basian Bawah	173
Gambar 3.144	Hasil Akhir <i>Assembly</i> Cetakan Bus	174
Gambar 3.145	<i>Master</i> Cetakan	175
Gambar 3.146	Kurva Bagian Bawah Bus	176
Gambar 3.147	<i>Tab Selection Information</i>	176
Gambar 3.148	Hasil <i>Scale</i> searah sumbu X	177

Gambar 3.149 Hasil <i>Scale</i> Searah Sumbu Y	178
Gambar 3.150 <i>Create Polyline</i> Dasar	178
Gambar 3.151 Hasil Pergeseran <i>Polyline</i>	179
Gambar 3.152 Hasil <i>Fillet</i> Kurva Atas	180
Gambar 3.153 Hasil <i>Fillet</i> Kedua Kurva	180
Gambar 3.154 Hasil Pembuatan <i>Polyline</i> Luar dan <i>Composite Curve</i>	181
Gambar 3.155 Hasil <i>Surface</i> Kurva Atas	181
Gambar 3.156 Model <i>Master Packaging</i>	182
Gambar 3.157 Estimasi Dimensi <i>Master</i> Cetakan Tampak Atas	184
Gambar 3.158 Estimasi Dimensi <i>Master</i> Cetakan Tampak Depan	184
Gambar 3.159 Estimasi Dimensi <i>Master Packaging</i> Tampak Atas	185
Gambar 3.160 Estimasi Dimensi <i>Master Packaging</i> Tampak Depan	185
Gambar 3.161 Desain Penjepit Cetakan	186
Gambar 3.162 Pembuatan <i>Workplane</i>	187
Gambar 3.163 Penentuan <i>Block</i>	188
Gambar 3.164 Penentuan <i>Rapid Move Heights</i>	188
Gambar 3.165 Penentuan <i>Start End Point</i>	189
Gambar 3.166 Penentuan <i>Feed and Speeds</i>	189
Gambar 3.167 <i>Tip End Mill</i> 6	190
Gambar 3.168 <i>Shank End Mill</i> 6	191
Gambar 3.169 <i>Holder End Mill</i> 6	191
Gambar 3.170 <i>Tip Ball Nosed</i> 2	192
Gambar 3.171 <i>Shank Ball Nosed</i> 2	193
Gambar 3.172 <i>Holder Ball Nosed</i> 2	193
Gambar 3.173 <i>Tip Ball Nosed</i> 1	194
Gambar 3.174 <i>Shank Ball Nosed</i> 1	195

Gambar 3.175 <i>Holder Ball Nosed 1</i>	196
Gambar 3.176 <i>Tip Single Lip 4</i>	196
Gambar 3.177 <i>Shank Single Lip 4</i>	197
Gambar 3.178 <i>Holder Single Lip 4</i>	197
Gambar 3.179 <i>End Mill 6 Boundaries</i>	198
Gambar 3.180 <i>Wall Finishing Boundaries</i>	199
Gambar 3.181 <i>Finishing Boundaries</i>	200
Gambar 3.182 <i>Ball Nosed 2 SemiFinishing dan Ball Nosed 1 Finishing Boundary</i>	201
Gambar 3.183 <i>Ball Nosed 1 Boundaries</i>	201
Gambar 3.184 <i>Single Lip 4 Boundaries</i>	202
Gambar 3.185 <i>Pattern</i>	203
Gambar 3.186 <i>Roughing Raster AreaClear Model</i>	205
Gambar 3.187 <i>Finishing Raster Flat</i>	206
Gambar 3.188 <i>Finishing Constant Z</i>	208
Gambar 3.189 <i>Finishing Raster Finishing</i>	209
Gambar 3.190 <i>SemiFinishing Raster Finishing</i>	210
Gambar 3.191 <i>BN 1 Finishing Raster Finishing</i>	211
Gambar 3.192 <i>SL 4 Finishing Raster Finishing</i>	212
Gambar 3.193 <i>Finishing Pattern Finishing</i>	213
Gambar 3.194 <i>Simulasi Roughing End Mill 6</i>	214
Gambar 3.195 <i>Simulasi Flat Finishing End Mill 6</i> ...	214
Gambar 3.196 <i>Simulasi Finishing I Ball Nosed 2</i>	214
Gambar 3.197 <i>Simulasi Finishing II Ball Nosed 2</i> ...	215
Gambar 3.198 <i>Simulasi SemiFinishing Ball Nosed 2</i> ..	215
Gambar 3.199 <i>Simulasi Finishing Ball Nosed 1</i>	215
Gambar 3.200 <i>Simulasi Finishing Single Lip 4</i>	216
Gambar 3.201 <i>Simulasi Finishing Pattern Single Lip 4</i> ...	216
Gambar 3.202 <i>Toolpath Verification</i>	217
Gambar 3.203 <i>NC code Roughing End Mill 6</i>	218
Gambar 3.204 <i>NC code Flat Finishing End Mill 6</i>	218

Gambar 3.205 NC code <i>Finishing I Ball Nose 2</i>	219
Gambar 3.206 NC code <i>Finishing II Ball Nosed 2</i>	219
Gambar 3.207 NC code <i>SemiFinishing Ball Nosed 2</i> ...	220
Gambar 3.208 NC code <i>Finishing Ball Nosed 1</i>	220
Gambar 3.209 NC code <i>Finishing Single Lip 4</i>	221
Gambar 3.210 NC code <i>Finishing Pattern Single Lip 4</i>	221
Gambar 3.211 Durasi Proses <i>Roughing EM</i>	222
Gambar 3.212 Durasi Proses <i>Flat Finishing End Mill 6</i> ...	222
Gambar 3.213 Durasi Proses <i>Finishing I Ball Nosed 2</i>	223
Gambar 3.214 Durasi Proses <i>Finishing II Ball Nosed 2</i> ...	223
Gambar 3.215 Durasi Proses <i>SemiFinishing Ball Nosed 2</i> ...	224
Gambar 3.216 Durasi Proses <i>Finishing Ball Nosed 1</i> .	224
Gambar 3.217 Durasi Proses <i>Finishing Single Lip 4</i> .	225
Gambar 3.218 Durasi Proses <i>Finishing Pattern Single Lip 4</i>	225
Gambar 3.219 Pembuatan <i>Workplane Packaging</i>	226
Gambar 3.220 Pembuatan <i>Block Packaging</i>	227
Gambar 3.221 Penentuan <i>Rapid Move Heights Packaging</i>	227
Gambar 3.222 Penentuan <i>Start and End Point Packaging</i> ...	228
Gambar 3.223 Penentuan <i>Feeds and Speeds Packaging</i> .	228
Gambar 3.224 <i>Tip End Mill 4</i>	229
Gambar 3.225 <i>Shank End Mill 4</i>	230
Gambar 3.226 <i>Holder End Mill 4</i>	230
Gambar 3.227 <i>Tip Ball Nosed 2</i>	231
Gambar 3.228 <i>Shank Ball Nosed 2</i>	232
Gambar 3.229 <i>Holder Ball Nosed 2</i>	233
Gambar 3.230 <i>Ball Nosed 2 Boundaries</i>	234
Gambar 3.231 <i>Roughing Raster AreaClear Model</i>	235
Gambar 3.232 <i>Finishing Raster Flat</i>	236
Gambar 3.233 <i>Finishing Raster Finishing</i>	237
Gambar 3.234 Simulasi <i>Roughing End Mill 4</i>	238
Gambar 3.235 Simulasi <i>Finishing I End Mill 4</i>	238

Gambar 3.236 Simulasi <i>Finishing</i> II <i>Ball Nosed</i> 2 ...	238
Gambar 3.237 <i>Toolpath Verification Packaging</i>	239
Gambar 3.238 <i>NC code Roughing</i> EM 4	240
Gambar 3.239 <i>NC code Finishing</i> EM 4	240
Gambar 3.240 <i>NC code Finishing</i> BN 2	241
Gambar 3.241 Durasi Proses <i>Roughing</i> EM 4	242
Gambar 3.242 Durasi Proses <i>Finishing</i> EM 4	242
Gambar 3.243 Durasi Proses <i>Finishing</i> Ball Nose 2 ..	243
Gambar 3.244 Master Cetakan Samping Kanan dan Kiri Bus Werkudara dengan Lubang <i>Vaccum</i>	247
Gambar 3.245 Master Cetakan Depan dan Belakang Bus Werkudara dengan Lubang <i>Vaccum</i>	247
Gambar 3.246 Master Cetakan <i>Packaging</i> dengan Lubang <i>Vaccum</i>	248
Gambar 3.247 Master Cetakan Atas dan Bawah Bus Werkudara Tanpa Lubang <i>Vaccum</i>	248
Gambar 3.248 Cetakan Coklat Bus Werkudara	249
Gambar 3.249 Hasil <i>Assembly</i> Cetakan	250
Gambar 3.250 Hasil Coklat Bentuk Bus Werkudara	250

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Nota <i>Laser Cutting</i>	254
---	-----



INTISARI

Bus Tingkat Wisata Werkudara memiliki beberapa keunikan khusus, antarlain adanya tulisan slogan Solo dan gambar tokoh pewayangan Werkudara. Keunikan ini membuat CV.X yang bergerak di bidang coklat olahan memiliki keinginan untuk membuat sebuah model cetakan 3D dari bentuk bus Werkudara beserta dengan *packaging*.

Skripsi ini menyajikan proses pembuatan cetakan coklat bentuk bus Werkudara, dilakukan di Laboratorium Proses Produksi, Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Pembuatan cetakan dimulai dengan perancangan gambar 2D dari model bus Werkudara yang asli menggunakan *software* CorelDraw, dilanjutkan dengan membangun model 3D. PowerShape 8.2.14 digunakan dalam proses ini untuk membangun bentuk badan bus dan *packaging*, sekaligus me-*layout* master cetakan. Relief bentuk wayang Werkudara, serta tulisan "Bus Tingkat Wisata Werkudara" dan "Solo The Spirit Of Java" dibentuk dengan menggunakan ArtCAM Pro 9. Selesai membangun master cetakan, selanjutnya mempersiapkan data CAM menggunakan PowerMill 8.0.09. Output dari data CAM adalah simulasi permesinan, NC Code, dan estimasi waktu permesinan. Skala yang digunakan adalah 1:100.

Hasil penelitian menunjukkan perhitungan biaya total pembuatan cetakan coklat dengan bentuk bus Werkudara adalah Rp 2.400.000,00.