ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANASAN PADA PEMBUATAN FOODLINER MODEL SJ-180 MENGGUNAKAN MESIN VACUUM FORMING
SARMADI, Ir. F. Eko Wismo Winarto,M.Sc.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANASAN PADA PEMBUATAN *FOODLINER* MODEL SJ-180 MENGGUNAKAN MESIN *VACUUM FORMING*

Disusun Oleh :

SARMADI

16/401836/SV/12340

DEPARTEMEN TEKNIK MESIN

SEKOLAH VOKASI

UNIVERSITAS GADJAH MADA

2019

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANASAN PADA PEMBUATAN FOODLINER MODEL SJ-180 MENGGUNAKAN MESIN VACUUM FORMING
SARMADI, Ir. F. Eko Wismo Winarto,M.Sc.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

HALAMAN NOMOR PERSOALAN

HALAMAN NOMOR PERSOALAN

DEPARTEMEN TEKNIK MESIN

SEKOLAH VOKASI UNIVERISTAS GADJAH MADA

TUGAS AKHIR

Disusun untuk melengkapi persyaratan kelulusan

Departemen Teknik Mesin

Sekolah Vokasi Universitas Gadjah Mada

Judul	**: ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANASAN PADA PEMBUATAN *FOODLINER* MODEL SJ-180 MENGGUNAKAN MESIN *VACUUM FORMING***
Nomor Persoalan	**: 144/07/BT/EW/12/19**
Mata Kuliah	**: Bahan Teknik dan Teknologi Mekanik**
Nama Mahasiswa	**: Sarmadi**
NIM	**: 16/401836/SV/12340**
Jurusan	**: Diploma III Teknik Mesin**

Yogyakarta, 30 Desember 2019

Dosen Pembimbing Tugas Akhir

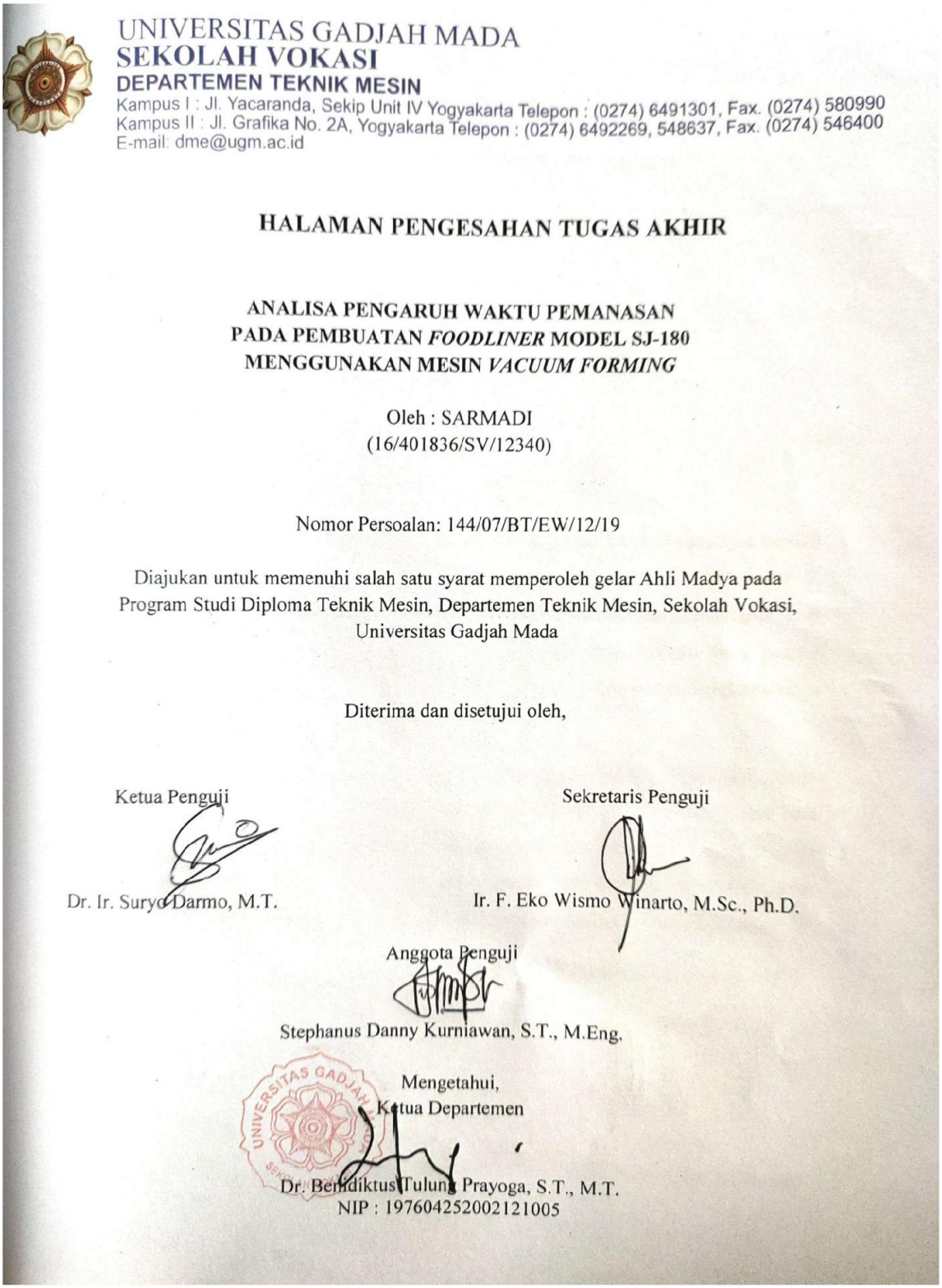
Ir. F. Eko Wismo Winarto,M.Sc.,Ph.D.

NIP. 196111181989031003

Scanned by TapScanner

UNIVERSITAS GADJAH MADA
ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANASAN PADA PEMBUATAN FOODLINER MODEL SJ-180 MENGGUNAKAN MESIN VACUUM FORMING
SARMADI, Ir. F. Eko Wismo Winarto,M.Sc.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR



UNIVERSITAS GADJAH MADA
SEKOLAH VOKASI
DEPARTEMEN TEKNIK MESIN
Kampus I : Jl. Yacaranda, Sekip Unit IV Yogyakarta Telepon : (0274) 6491301, Fax. (0274) 580990
Kampus II : Jl. Grafika No. 2A, Yogyakarta Telepon : (0274) 6492269, 548637, Fax. (0274) 546400
E-mail: dme@ugm.ac.id

HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR

ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANASAN PADA PEMBUATAN *FOODLINER* MODEL SJ-180 MENGGUNAKAN MESIN *VACUUM FORMING*

Oleh : SARMADI
(16/401836/SV/12340)

Nomor Persoalan: 144/07/BT/EW/12/19

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Ahli Madya pada Program Studi Diploma Teknik Mesin, Departemen Teknik Mesin, Sekolah Vokasi, Universitas Gadjah Mada

Diterima dan disetujui oleh,

Ketua Penguji

Dr. Ir. Suryo Darmo, M.T.

Sekretaris Penguji

Ir. F. Eko Wismo Winarto, M.Sc., Ph.D.

Anggota Penguji

Stephanus Danny Kurniawan, S.T., M.Eng.

Mengetahui,
Ketua Departemen

Dr. Benediktus Tulung Prayoga, S.T., M.T.
NIP : 197604252002121005

Scanned by TapScanner

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANASAN PADA PEMBUATAN FOODLINER MODEL SJ-180 MENGGUNAKAN MESIN VACUUM FORMING
SARMADI, Ir. F. Eko Wismo Winarto,M.Sc.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sarmadi

NIM : 16/401836/SV/12340

Tahun Terdaftar : 2016

Program Studi : D3 Teknik Mesin

Fakultas : Sekolah Vokasi

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Tugas Akhir ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis untuk diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan sumbernya secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dengan demikian saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi dan apabila dokumen ilmiah Tugas Akhir ini di kemudian hari terbukti merupakan plagiasi dari hasil karya penulis lain dan/atau dengan sengaja mengajukan karya atau pendapat yang merupakan hasil karya penulis lain, maka penulis bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Yogyakarta, 04 Januari 2020



Sarmadi

NIM. 16/401836/SV/12340

Scanned by TapScanner

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANASAN PADA PEMBUATAN FOODLINER MODEL SJ-180 MENGGUNAKAN MESIN VACUUM FORMING
SARMADI, Ir. F. Eko Wismo Winarto,M.Sc.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

MOTTO

Berjalan tak seperti rencana

adalah jalan yang sudah biasa

dan jalan satu-satunya jalani

sebaik kau bisa

||

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANASAN PADA PEMBUATAN FOODLINER MODEL SJ-180 MENGGUNAKAN MESIN VACUUM FORMING
SARMADI, Ir. F. Eko Wismo Winarto,M.Sc.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini saya persembahkan untuk:

1. Kedua orang tua serta keluarga yang penulis cintai atas segala dukungan dan do'a sehingga penulis bisa menyelesaikan studinya di Departemen Teknik Mesin Sekolah Vokasi UGM.
2. Seluruh teman-teman seperjuangan Departemen Teknik Mesin Sekolah Vokasi UGM 2016.
3. Seluruh teman-teman pemuda kampung Tegalmulyo yang selalu memberi warna setiap harinya.
4. Bapak Ir. F. Eko Wismo W., M.Sc., Ph.D. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingannya.
5. Bapak Dr. Benidiktus Tulung Prayogo S.T., M.T. yang telah membimbing selama perkuliahan dari semester awal hingga lulus.
6. Dosen, staf, dan karyawan di Departemen Teknik Mesin yang telah memberi ilmu yang bermanfaat.
7. Seluruh karyawan PT Sharp Electronic Indonesia bagian maintenance, production engineering dan operator produksi yang telah banyak memberikan ilmu yang tidak pernah saya dapatkan di bangku perkuliahan dan membantu selama proses pengambilan data yang saya butuhkan.
8. Semua pihak yang telah memberikan bantuan baik langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian Tugas Akhir ini yang tidak dapat penulis menyelesaikan ini semua.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANASAN PADA PEMBUATAN FOODLINER MODEL SJ-180 MENGGUNAKAN MESIN VACUUM FORMING
SARMADI, Ir. F. Eko Wismo Winarto,M.Sc.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat limpahan rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan pengambilan data tugas akhir beserta laporan tugas akhir dengan baik. Laporan tugas akhir yang berjudul **"ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANASAN PADA PEMBUATAN *FOODLINER* MODEL SJ-180 MENGGUNAKAN MESIN *VACUUM FORMING*"** ini dibuat sebagai syarat kelulusan dari Program Studi Teknik Mesin Sekolah Vokasi Universitas Gadjah Mada.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT SHARP ELECTRONICS INDONESIA atas kesempatan yang diberikan. Tidak lupa pula, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu memudahkan pelaksanaan pengambilan data dan pembuatan laporan ini, khususnya kepada:

1. Wikan Sakarinto, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku Dekan Sekolah Vokasi Universitas Gadjah Mada.
2. Dr. Benidiktus Tulung Prayogo S.T., M.T. selaku Ketua Departemen Teknik Mesin Sekolah Vokasi UGM
3. Ir. F. Eko Wismo W., M.Sc., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir, yang telah membimbing penulis sehingga bisa menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini dengan baik.
4. Seluruh Dosen dan Staff Karyawan Departemen Teknik Mesin Sekolah Vokasi yang telah memberikan ilmunya kepada penulis.
5. Seluruh Staff Maintenance dan Karyawan PT SHARP ELECTRONICS INDONESIA yang memberikan bantuan dan masukan selama penulis menyelesaikan pengambilan data.
6. Teristimewa kepada orang tua dan seluruh keluarga tercinta, terima kasih atas doa dan dukungannya selama ini.
7. Semua rekan-rekan yang telah membantu penulisan laporan kerja praktik ini, baik itu berupa saran, doa, maupun dukungan yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANASAN PADA PEMBUATAN FOODLINER MODEL SJ-180 MENGGUNAKAN MESIN VACUUM FORMING
SARMADI, Ir. F. Eko Wismo Winarto,M.Sc.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Dengan segala keterbatasan yang ada, penulis menyadari bahwa keterbatasan ilmu dan pengetahuan yang penulis miliki membuat penyusunan laporan Tugas Akhir ini belum sempurna sehingga masih banyak kekurangan dan kesalahan yang harus diperbaiki. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari berbagai pihak demi kesempurnaan laporan ini. Penulis berharap, semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan pembaca pada umumnya.

Yogyakarta, 10 Desember 2019

Sarmadi

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANASAN PADA PEMBUATAN FOODLINER MODEL SJ-180 MENGGUNAKAN MESIN VACUUM FORMING
SARMADI, Ir. F. Eko Wismo Winarto,M.Sc.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ABSTRACT

Refrigerator is one of the products of PT Sharp Electronic Indonesia. Foodliner is a component in the refrigerator that serves to store food or drinks on the refrigerator. Defects that usually arise in the manufacture of foodliner is form defects, thin defects and defects profile formed not perfectly. The manufacture of foodliner parameter heating time is a parameter that greatly affects the results of foodliner. Therefore, it is necessary to analyze the influence of heating time to improve the quality of foodliner production at PT Sharp Electronic Indonesia. The manufacture of foodliner use ABS plastic material that is sheet-shaped and printed using a vacuum forming machine by varying the heating time.

The heating time is 23.5 second, 24 second, 24.5 second, 25 second, 25.5 second, 26 second and 26.5 second. Every warming time is taken 5 test samples and analysis to knowing the defects occurring and knowing the temperature of material and mold on each variation of heating time. Based on analysis of test result data obtained time limit heating of good foodliner products is 24.5 second < t < 25.5 second with a minimum material temperature limit of 164.4°C and the maximum limit of material temperature is 169°C, while the minimum limit of mold temperature is 63°C and the maximum limit of mold temperature is 64°C. Less heating times resulted profile defects formed imperfect and excessive warming time resulted thin defects. The most optimal heating time is at 25 second with a material temperature of 167°C and a mold temperature of 63.4 °C.

Keywords : foodliner, heating time, vacuum forming, ABS

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANASAN PADA PEMBUATAN FOODLINER MODEL SJ-180 MENGGUNAKAN MESIN VACUUM FORMING
SARMADI, Ir. F. Eko Wismo Winarto,M.Sc.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

INTISARI

Lemari es merupakan salah satu produk dari PT Sharp Electronic Indonesia. *Foodliner* adalah komponen pada lemari es yang berfungsi untuk menyimpan makanan atau minuman pada lemari es. Cacat yang biasanya timbul pada pembuatan *foodliner* adalah cacat bentuk, cacat tipis dan cacat profil terbentuk tidak dengan sempurna. Pembuatan *foodliner* parameter waktu pemanasan adalah parameter yang sangat berpengaruh terhadap hasil *foodliner*. Maka dari itu perlu dilakukan analisa pengaruh waktu pemanasan untuk meningkatkan kualitas produksi *foodliner* di PT Sharp Electronic Indonesia. Pembuatan *foodliner* menggunakan material plastik ABS (*Acrylonitile Butadiena Styrene*) yang berbentuk lembaran dan dicetak menggunakan mesin *vacuum forming* dengan memvariasikan parameter waktu pemanasan.

Pengujian ini dilakukan pada waktu pemanasan 23,5 detik, 24 detik, 24,5 detik, 25 detik, 25,5 detik, 26 detik dan 26,5 detik. Setiap waktu pemanasan diambil 5 sampel pengujian dan dilakukan analisa untuk mengetahui cacat yang terjadi serta mengetahui temperatur material dan *mold* pada setiap variasi waktu pemanasan. Berdasarkan analisa data hasil pengujian diperoleh batas waktu pemanasan produk *foodliner* yang baik adalah 24,5 detik < t < 25,5 detik dengan batas minimum temperatur material yaitu 164,4°C dan batas maksimum temperatur material yaitu 169°C, sedangkan batas minimum temperatur *mold* yaitu 63°C dan batas maksimum temperatur *mold* yaitu 64°C. Waktu pemanasan yang kurang mengakibatkan cacat profil terbentuk tidak sempurna dan waktu pemanasan yang berlebihan mengakibatkan cacat tipis. Waktu pemanasan yang paling optimal yaitu pada 25 detik dengan temperatur material 167°C dan temperatur mold 63,4°C.

Kata kunci : *foodliner*, waktu pemanasan, *vacuum forming*, ABS

UNIVERSITAS GADJAH MADA
ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANASAN PADA PEMBUATAN FOODLINER MODEL SJ-180 MENGGUNAKAN MESIN VACUUM FORMING
SARMADI, Ir. F. Eko Wismo Winarto,M.Sc.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL ..... **i**

HALAMAN NOMOR PERSOALAN ..... **ii**

HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR ..... **iii**

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI ..... **iv**

MOTTO ..... **v**

HALAMAN PERSEMBAHAN ..... **vi**

KATA PENGANTAR ..... **vii**

ABSTRACT ..... **ix**

INTISARI ..... **x**

DAFTAR ISI ..... **xi**

DAFTAR GAMBAR ..... **xv**

DAFTAR TABEL ..... **xviii**

BAB I PENDAHULUAN **1**

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Rumusan Masalah 2

1.3 Tujuan Penelitian 2

1.4 Batasan Masalah 2

1.5 Metode Pengumpulan Data 2

1.6 Sistematika Penulisan 3

BAB II DASAR TEORI **5**

2.1 Material Polimer 5

2.2 Material Plastik 6

2.2.1 Karakteristik Plastik 6

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANASAN PADA PEMBUATAN FOODLINER MODEL SJ-180 MENGGUNAKAN MESIN VACUUM FORMING
SARMADI, Ir. F. Eko Wismo Winarto,M.Sc.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

2.2.2 Thermoplastik 7

2.2.3 Thermoset 8

2.3 *Thermoforming* 8

2.3.1 *Pressure Thermoforming* 9

2.1.2 *Vacuum Thermoforming* 9

2.1.3 *Mechanical Thermoforming* 10

2.2.1 *Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS)* 10

2.2.2 *High-Impact polystyrene* 11

2.3 Mesin *Vacuum Forming* 12

2.3.1 Seri Mesin 12

2.3.2 Spesifikasi mesin 13

2.3.3 Komponen Mesin 14

2.3.3.1 *Sheet Loading Station* 14

2.3.3.2 *Sheet Transfer Station* 16

2.3.3.3 *Heating Station* 16

2.3.3.4 *Forming Station* 20

2.3.3.5 Sistem Kontrol 21

2.3.3.6 Instruksi Operasi 22

2.4 *Forming Process* 22

2.5 *Foodliner* 23

2.5.1 Cacat Pada *Foodliner* 23

2.5.2 Jenis Cacat *Foodliner* 24

2.6 Keselamatan Kerja 26

BAB III METODE PENELITIAN 28

3.1 Diagram Penelitian 28

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANASAN PADA PEMBUATAN FOODLINER MODEL SJ-180 MENGGUNAKAN MESIN VACUUM FORMING
SARMADI, Ir. F. Eko Wismo Winarto,M.Sc.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

3.2 Tempat Penelinitian 29
3.3 Tahapan Penelitian 29
3.3.1 Identifikasi Masalah 29
3.3.2 Persiapan Alat dan Bahan 29
3.3.3 Persiapan Mesin *Vacuum Forming* 31
3.3.4 Proses Pembuatan *Foodliner* 34
3.3.5 Pengambilan Data Pengujian 35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 36
4.1 Data Hasil Pengujian Cetakan *Foodliner* 36
4.1.1 Pengujian Variasi Pemanasan 23,5 detik 36
4.1.2 Pengujian Variasi Pemanasan 24 detik 38
4.1.3 Pengujian Variasi Pemanasan 24,5 detik 39
4.1.4 Pengujian Variasi Pemanasan 25 detik 40
4.1.5 Pengujian Variasi Pemanasan 25,5 detik 41
4.1.6 Pengujian Variasi Pemanasan 26 detik 42
4.1.7 Pengujian Variasi Pemanasan 26,5 detik 43
4.2 Rata-rata Temperatur Material dan *Mold* 44
4.3 Pemilihan *Setting* Waktu Pemanasan 46
4.4 Perbedaan Temperatur Material dan *Mold* 47
4.5 Cacat Yang Terjadi 48
4.5.1 Cacat Bentuk Profil 48
4.5.2 Cacat Tipis 49
BAB V PENUTUP 50
5.1 Kesimpulan 50
5.2 Saran 50

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANASAN PADA PEMBUATAN FOODLINER MODEL SJ-180 MENGGUNAKAN MESIN VACUUM FORMING
SARMADI, Ir. F. Eko Wismo Winarto,M.Sc.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR PUSTAKA 52

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANASAN PADA PEMBUATAN FOODLINER MODEL SJ-180 MENGGUNAKAN MESIN VACUUM FORMING
SARMADI, Ir. F. Eko Wismo Winarto,M.Sc.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Rantai Kimia Molekul *Ethylene* 5
Gambar 2. 2 Rantai Kimia Molekul *Polyethylene*..... 5
Gambar 2. 3 *Pressure Forming* 9
Gambar 2. 4 *Vacuum Thermoforming (Negative Mold)*..... 9
Gambar 2. 5 *Vacuum Thermoforming (Positive Mold)* 10
Gambar 2. 6 *Mechanical Thermoforming* 10
Gambar 2. 7 Mesin *Vacuum Forming* 12
Gambar 2. 8 Seri Mesin..... 13
Gambar 2. 9 *Sheet loading table* 14
Gambar 2. 10 *Vacuum pad* 15
Gambar 2. 11 *Centering device* 15
Gambar 2. 12 *Chain & roll*er..... 16
Gambar 2. 13 *Heater* 16
Gambar 2. 14 Alur operasi *heater* 17
Gambar 2. 15 *Heater array* diagram pertama bagian atas 18
Gambar 2. 16 *Heater array* diagram pertama bagian bawah 18
Gambar 2. 17 *Heater array* diagram kedua bagian atas..... 18
Gambar 2. 18 *Heater array* diagram kedua bagian bawah..... 19
Gambar 2. 19 *Heater clamp* 19
Gambar 2. 20 *Heater box* 20
Gambar 2. 21 *Mold & chamber*..... 20
Gambar 2. 22 *Plug*..... 21
Gambar 2. 23 Alur proses pembentukan *foodliner* 21
Gambar 2. 24 Kontrol Panel..... 22
Gambar 2. 25 Parameter-parameter data *setting* 22
Gambar 2. 26 Alur proses pembuatan *foodliner* 23
Gambar 2. 27 Keselamatan Kerja..... 27
Gambar 3. 1 Diagram Alir Proses Penelitian 28
Gambar 3. 2 Mesin V*acuum Forming*..... 30

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANASAN PADA PEMBUATAN FOODLINER MODEL SJ-180 MENGGUNAKAN MESIN VACUUM FORMING
SARMADI, Ir. F. Eko Wismo Winarto,M.Sc.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 3. 3 Mesin *Trimming* 30
Gambar 3. 4 Material Plastik ABS 30
Gambar 3. 5 Solasi Kertas 31
Gambar 3. 6 *Main Power* 31
Gambar 3. 7 *Heater Power* 32
Gambar 3. 8 *Breaker Mold Matic* 32
Gambar 3. 9 Tombol *Power Panel* 32
Gambar 3. 10 Tombol *Forming Part* 33
Gambar 3. 11 Tombol *Vacuum Pump* 33
Gambar 3. 12 *Menu Open* 34
Gambar 3. 13 Tombol *Loading Auto* 34
Gambar 3. 14 Material Plastik ABS 34
Gambar 3. 15 *Setting* waktu pemanasan 35
Gambar 3. 16 Hasil Cetakan *Foodliner* 35
Gambar 3. 17 Pemotongan Sisi *Foodliner* 35
Gambar 4. 1 Grafik Temperatur Material dan *Mold* Waktu Pemanasan 23,5 detik 37
Gambar 4. 2 Grafik Temperatur Material dan *Mold* Waktu Pemanasan 24 detik 38
Gambar 4. 3 Grafik Temperatur Material dan *Mold* Waktu Pemanasan 24,5 detik 39
Gambar 4. 4 Grafik Temperatur Material dan *Mold* Waktu Pemanasan 25 detik 40
Gambar 4. 5 Grafik Temperatur Material dan *Mold* Waktu Pemanasan 25,5 detik 41
Gambar 4. 6 Grafik Temperatur Material dan *Mold* Waktu Pemanasan 26 detik 42
Gambar 4. 7 Grafik Temperatur Material dan *Mold* Waktu Pemanasan 26,5 detik 43
Gambar 4. 8 Grafik Rata-rata Temperatur Material dan *Mold* keseluruhan 45
Gambar 4. 9 Grafik rata-rata temperatur material dan *mold* spesifik 46

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANASAN PADA PEMBUATAN FOODLINER MODEL SJ-180 MENGGUNAKAN MESIN VACUUM FORMING
SARMADI, Ir. F. Eko Wismo Winarto,M.Sc.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 4. 10 Grafik perbedaan temperatur material dan *mold* 47
Gambar 4. 11 Cacat bentuk profil pada *foodliner* 48
Gambar 4. 12 Bentuk profil yang baik 49
Gambar 4. 13 Kondisi cacat tipis (a) dan kondisi yang baik (b) 49

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANASAN PADA PEMBUATAN FOODLINER MODEL SJ-180 MENGGUNAKAN MESIN VACUUM FORMING
SARMADI, Ir. F. Eko Wismo Winarto,M.Sc.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Singkatan Polimer 6
Tabel 2. 2 Penggunaan Material Thermoplastik..... 7
Tabel 2. 3 Penggunaan Material Thermoset..... 8
Tabel 2. 4 Sifat dan karakter ABS (Groover,2010)..... 11
Tabel 2. 5 Sifat dan karakter HIPS (Groover, 2010)..... 12
Tabel 2. 6 Seri mesin *vacuum forming*..... 13
Tabel 2. 7 Tipe dan spesifikasi *heater*..... 19
Tabel 4. 1 Data Pengujian Waktu Pemanasan 23,5 detik..... 36
Tabel 4. 2 Data Pengujian Waktu Pemanasan 24 detik..... 38
Tabel 4. 3 Data Pengujian Waktu Pemanasan 24,5 detik..... 39
Tabel 4. 4 Data Pengujian Waktu Pemanasan 25 detik..... 40
Tabel 4. 5 Data Pengujian Waktu Pemanasan 25,5 detik..... 41
Tabel 4. 6 Data Pengujian Waktu Pemanasan 26 detik..... 42
Tabel 4. 7 Data Pengujian Waktu Pemanasan 26,5 detik..... 43
Tabel 4. 8 Rata – rata Temperatur Material dan *Mold* 44

ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANASAN PADA PEMBUATAN FOODLINER MODEL SJ-180 MENGGUNAKAN MESIN VACUUM FORMING
SAMADI, Ir. F. Eko Wismo Winarto,M.Sc.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Lemari es merupakan salah satu produk dari PT Sharp Electronic Indonesia. Pada lemari es terdiri dari beberapa komponen antara lain *body* lemari es, sistem pendingin, pintu dan aksesoris. Pada *body* lemari es terdiri dari beberapa komponen yaitu *body plate, foodliner* dan aksesoris *body*. *Foodliner* adalah komponen pada lemari es yang terbuat dari plastik ABS (*Acrylonitile Butadiena Styrene*) yang berfungsi untuk menyimpan makanan atau minuman pada lemari es.

Plastik ABS (*Acrylonitile Butadiena Styrene*) memiliki sifat kuat, tahan benturan, ringan, dan mudah untuk dibentuk. Sebelum material lembaran plastik ini menjadi produk *foodliner* lemari es harus melalui proses *vacuum forming* terlebih dahulu. *Vacuum forming* adalah proses pembentukan produk plastik dengan cara lembaran plastik dipanaskan oleh *heater* atau pemanas yang kemudian dihisap ke dalam cetakan (*mold*) sambil ditekan dengan *plug*. Penghisapan dalam *mold* dilakukan dengan cara membuat kondisi vakum (hampa udara) di dalam rongga cetakan melalui lubang lubang kecil pada *mold*.

Proses *vacuum forming* ada beberapa parameter proses yang berpengaruh pada pembuatan *foodliner*. Biasanya cacat yang timbul pada pembuatan *foodliner* antara lain cacat bentuk, cacat tipis serta cacat profil tidak sempurna. Menurut operator produksi pada mesin *vacuum forming* untuk pembuatan *foodliner* ini salah satu parameter yang sangat berpengaruh terhadap hasil *foodliner* adalah parameter waktu pemanasan, maka dari itu untuk menghasilkan produk *foodliner* yang baik perlu dilakukan menganalisa pengaruh waktu pemanasan pada pembuatan *foodliner* untuk meningkatkan kualitas produksi cetakan *foodliner* di PT Sharp Electronic Indonesia.

ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANASAN PADA PEMBUATAN FOODLINER MODEL SJ-180 MENGGUNAKAN MESIN VACUUM FORMING
SAMADI, Ir. F. Eko Wismo Winarto,M.Sc.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut , maka dapat dibuat perumusan masalah yaitu bagaimana pengaruh parameter waktu pemanasan pada pembuatan *foodliner* menggunakan mesin *vacuum forming*.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari pembuatan laporan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui batas waktu pemanasan yang baik serta batas mininum dan maksimum temperatur material dan *mold* pada proses pembuatan *foodliner* menggunakan mesin *vacuum forming.*
2. Menentukan parameter waktu pemanasan yang paling optimal pada proses pembuatan produk *foodliner*.
3. Mengetahui cacat yang ditimbulkan pada pengujian variasi waktu pemanasan pada pembuatan produk *foodliner*.

1.4 Batasan Masalah

Berdasarkan luasnya permasalahan pada proses penelitian ini, maka diperlukan batasan masalah sebagai berikut :

1. Material dasar *foodliner* yaitu plastik ABS (*Acrylonitile Butadiena Styrene*)
2. Mesin yang digunakan pada pengujian yaitu mesin *Vacuum Forming* Shinyo FM-F2.
3. Penelitian ini hanya membahas pengaruh waktu pemanasan pada pembuatan *foodliner*.
4. Penelitian ini hanya dilakukan pada produk *foodliner* model SJ-180.

1.5 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan untuk menyelesaikan penulisan laporan tugas akhir ini yaitu:

1. Metode Studi Literatur

   Metode ini dilakukan dengan mencari referensi buku ataupun jurnal untuk memperoleh dasar-dasar teori yang mendukung dalam pembuatan tugas akhir.

ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANASAN PADA PEMBUATAN FOODLINER MODEL SJ-180 MENGGUNAKAN MESIN VACUUM FORMING
SAMADI, Ir. F. Eko Wismo Winarto,M.Sc.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

2. Metode Pengamatan

   Metode ini merupakan suatu pengumpulan data yang dilakukan dengan cara melakukan pengamatan secara langsung dan mencatat secara sistematis terhadap objek yang dipelajari.

3. Metode Wawancara

   Metode ini dilakukan dengan cara tanya jawab secara langsung kepada pihak-pihak yang dianggap telah menguasai tentang mesin *vacuum foorming*.

4. Metode Analisa Data

   Setelah semua data yang diperoleh di lapangan terkumpul, maka langkah selanjutnya adalah melakukan penyusunan dan penganalisaan data.

1.6 Sistematika Penulisan

Laporan tugas akhir ini terdiri dari lima bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini terdiri dari latar belakang, tujuan penulisan, batasan masalah, metode penulisan, dan sistematika penulisan.

BAB II DASAR TEORI

Bab ini berisi landasan teori terkait penelitian yang dilakukan, teori disesuaikan dengan pembahasan yang dibahas.

BAB III METODE PELAKSANAAN

Bab ini akan diterangkan bagaimana persiapan penelitian, mulai dari studi lapangan, studi pustaka, indentifikasi masalah, hingga pengumpulan data.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan analisa tentang data hasil dari pengujian pengaruh waktu pemanasan pada cetakan *foodliner* dan penentuan parameter waktu pemanasan yang terbaik.

BAB V PENUTUP

ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANASAN PADA PEMBUATAN FOODLINER MODEL SJ-180 MENGGUNAKAN MESIN VACUUM FORMING
SAMADI, Ir. F. Eko Wismo Winarto,M.Sc.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Bab ini berisi kesimpulan dan saran dari penyusunan laporan Tugas Akhir.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

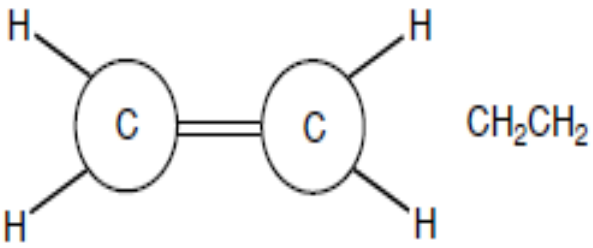
ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANASAN PADA PEMBUATAN FOODLINER MODEL SJ-180 MENGGUNAKAN MESIN VACUUM FORMING
SARMADI, Ir. F. Eko Wismo Winarto,M.Sc.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

BAB II

DASAR TEORI

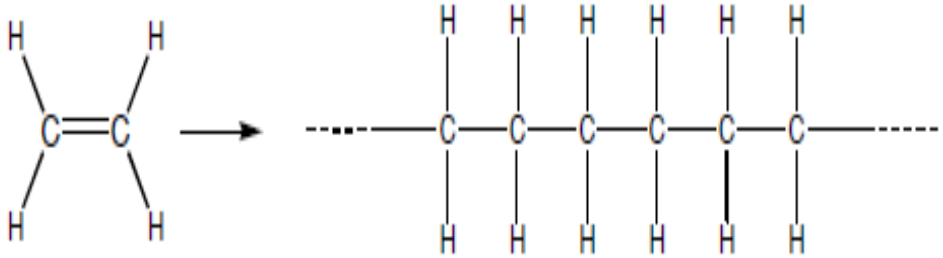
2.1 Material Polimer

Kata *polymer* berasal dari bahasa Yunani, *poly* yang berarti "banyak" dan *meros* yang berarti "bagian". Polimer terbentuk dari unit kimia terkecil dan disusun secara berulang yang disebut *monomers*. Monomer yang paling sederhana dan paling umum digunakan adalah *ethylene*. Secara kimiawi *ethylene* terdiri dua atom karbon (C) dan empat atom hidrogen (H). Pada gambar 2.1 ditunjukkan rantai kimia molekul *ethylene.*



Gambar 2. 1 Rantai Kimia Molekul *Ethylene*
(Sumber: Goodship, 2004)

Gambar diatas adalah ikatan rangkap antara atom karbon pada *ethylene*, yang akan menghasilkan *polyethylene*. *Polyethylene* terjadi ketika monomer digabungkan menjadi rantai ikatan yang panjang, proses ini disebut polimerisasi. Pada gambar 2.2 ditunjukkan rantai kimia molekul *polyethylene.*



Gambar 2. 2 Rantai Kimia Molekul *Polyethylene*
(Sumber: Goodship, 2004)

ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANASAN PADA PEMBUATAN FOODLINER MODEL SJ-180 MENGGUNAKAN MESIN VACUUM FORMING
SARMADI, Ir. F. Eko Wismo Winarto,M.Sc.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

2.2 Material Plastik

Plastik terbentuk dari polimer dan material lain yang ditambahkan untuk meningkatkan kualitasnya. Plastik dibagi menjadi tiga kategori utama, yaitu thermoplastik, thermoset, dan elastomer. Perbedaan tersebut berdasarkan pada kedua struktur molekul dan jenis proses pemesinan yang dapat digunakan. Pada tabel 2.1 ditunjukkan singkatan jenis-jenis polimer yang digunakan secara umum.

Tabel 2. 1 Singkatan Polimer

Polymer	Singkatan Berdasarkan ASTM D1600-93
Acrylonitrile-Butadiene-Styrene	ABS
Epoxy	EP
High Density Polyethyelne	HDPE
Impact Resistace Polystyrene	IPS (HIPS)
Low Density Polyethylene	LDPE
Phenol-Formaldehyde (Phenolic)	PF
Polyacetal (Polyoxymethylene)	POM
Polyamide 66	PA 66
Polycarbonate	PC
Polyethylene Terephthalate	PET
Polyimide	PI
Polymethyl Methacrylate	PMMA
Polypropylene	PP
Polystyrene	PS
Polytetrafluoroethylene	PTFE
Polyvinyl Chloride	PVC
Styrene-Acrylonitrile Copolymer	SAN

2.2.1 Karakteristik Plastik

Plastik adalah suatu polimer yang mempunyai sifat- sifat unik dan luar biasa. Polimer adalah suatu bahan yang terdiri dari unit molekul yang disebut monomer. Jika monomernya sejenis disebut homopolimer, dan jika monomernya berbeda akan menghasilkan kopolimer. Polimer alam yang telah kita kenal antara lain : selulosa, protein, karet alam dan sejenisnya. Pada mulanya manusia menggunakan polimer alam hanya untuk membuat perkakas dan senjata, tetapi keadaan ini hanya

ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANASAN PADA PEMBUATAN FOODLINER MODEL SJ-180 MENGGUNAKAN MESIN VACUUM FORMING
SARMADI, Ir. F. Eko Wismo Winarto,M.Sc.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

bertahan hingga akhir abad 19 dan selanjutnya manusia mulai memodifikasi polimer menjadi plastik. Material plastik telah berkembang pesat dan sekarang mempunyai peranan yang sangat penting dibidang elektronika, pertanian, tekstil, transportasi, *furniture*, konstruksi, kemasan kosmetik, mainan anak-anak dan produk–produk industri lainnya.

Keunggulan plastik adalah :

1. Proses pembentukan plastik memungkinkan untuk geometri yang sangat beragam.
2. Umumnya dibentuk menggunakan cetakan sehingga langsung menghasilkan bentuk akhir produk (tidak perlu proses lanjutan).
3. Energi (panas) yang dibutuhkan untuk pembentukan plastik lebih rendah daripada logam.
4. Karena temperatur proses pembentukkan rendah dan jumlah mesin yang dibutuhkan hanya mesin *molding*, alat penanganan material lebih sederhana dan sedikit.
5. Pada umumnya tidak memerlukan proses pengecetan atau pelapisan permukaan.

2.2.2 Thermoplastik

Material thermoplastik merupakan material yang apabila dipanaskan akan mencair dan mengalir lalu mengeras kembali jika didinginkan. Hal ini berarti, thermoplastik dapat diproses ulang dengan cara mencairkan kembali polimer yang bersifat thermoplastik. Contoh penggunaan material thermoplastik yang dijumpai di kehidupan sehari-hari ditunjukkan pada tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Penggunaan Material Thermoplastik

Polymer Thermoplastik	Contoh Penggunaan
High Density Polyethylene	Kemasan, pipa, botol, krat minuman
Low Density Polyethylene	Kantong belanja, mainan, gelas plastik
Polypropylene	tutup, koper, *battery casings*

ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANASAN PADA PEMBUATAN FOODLINER MODEL SJ-180 MENGGUNAKAN MESIN VACUUM FORMING
SARMADI, Ir. F. Eko Wismo Winarto,M.Sc.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Tabel 2.2 Penggunaan Material Thermoplastik (Lanjutan)

Polymer Thermoplastik	Contoh Penggunaan
Polystyrene	kaset, kemasan makanan cepat saji
Polyamide	bearing, roda gigi, baut, roda *skateboard*
Polyethylene Terephthalate	kemasan botol minuman karbonasi

2.2.3 Thermoset

Material thermoset mengubah struktur molekulnya ketika dipanaskan. Sebelum dipanaskan, struktur molekulnya masih berbentuk benang seperti thermoplastik. Namun, selama proses pencairan struktur molekul *crosslink* membentuk ikatan yang sangat padat. Perubahan molekul tersebut menyebabkan material menjadi kaku, jenis material thermoset tidak dapat dicairkan kembali. Contoh penggunaan material thermoset yang dijumpai di kehidupan sehari-hari ditunjukkan pada tabel 2.3.

Tabel 2. 3 Penggunaan Material Thermoset

Polimer Thermoset	Contoh Penggunaan
Epoxy	bahan perekat, insulasi listrik
Melamine	dekorasi pelapis anti panas untuk dapur, *furniture*, dan piring
Phenolics	tangkai tahan panas untuk panci, setrika, pemanggang
Polyurethane	busa pelapis pada kursi, kemasan makanan cepat saji

2.3 *Thermoforming*

Thermoforming adalah proses pembentukan dimana lembaran plastik yang setelah mengalami proses pemanasan, plastik ini berubah strukturnya menjadi lunak dan lentur, yang kemudian dilakukan proses *pressure* atau *vacuum*, yang sesuai dengan bentuk cetakannya Produk–produk hasil *thermoforming* dapat kita temukan di sekitar kita dan memegang peranan yang cukup penting dalam

ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANASAN PADA PEMBUATAN FOODLINER MODEL SJ-180 MENGGUNAKAN MESIN VACUUM FORMING
SARMADI, Ir. F. Eko Wismo Winarto,M.Sc.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

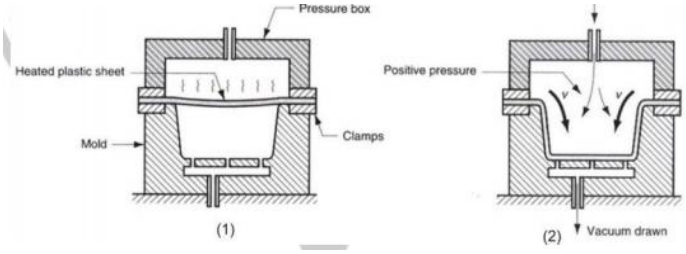
kehidupan kita. Contoh produk yang diproses secara *thermoforming* adalah dalaman lemari es, kemasan makanan, wadah telur, piring, gelas dan lain-lain.

Ada beberapa cara melakukan proses *thermoforming*, yaitu:

2.3.1 *Pressure Thermoforming*

Pressure Thermoforming merupakan *thermoforming* yang menggunakan tekanan udara dari atas. Prosesnya ditunjukkan seperti pada Gambar 2.3.

1. Lembaran plastik ditempatkan di atas rongga *mold*.
2. Tekanan positif mendorong lembaran ke dalam rongga *mold*.

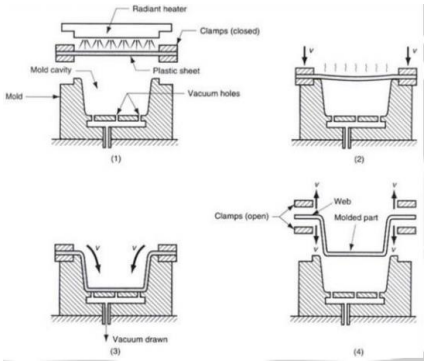


Gambar 2. 3 *Pressure Forming*
(Sumber: Groover, M.P, 2010, Fundamental Of Modern Manufacturing, New York: John Wiley and Sons)

2.1.2 *Vacuum Thermoforming*

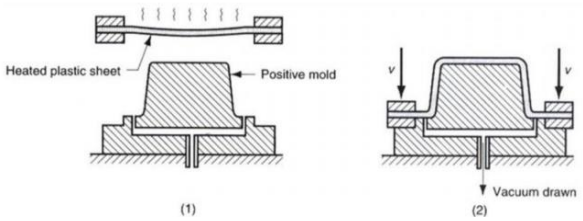
Sesuai dengan namanya, teknik *thermoforming* yang satu ini menggunakan sistem vakum untuk menghisap plastik. Ada dua cara melakukan *vacuum thermoforming* yaitu :

1. Cara pertama : plastik yang bergerak ke arah *mold*.
2. Cara kedua : *mold* yang bergerak ke arah plastik.



Gambar 2. 4 *Vacuum Thermoforming (Negative Mold)*
(Sumber: Groover, M.P, 2010, Fundamental Of Modern Manufacturing, New York: John Wiley and Sons)

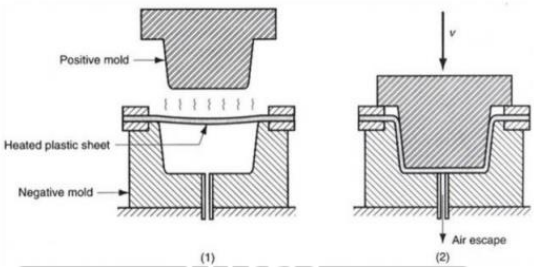
ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANASAN PADA PEMBUATAN FOODLINER MODEL SJ-180 MENGGUNAKAN MESIN VACUUM FORMING
SARMADI, Ir. F. Eko Wismo Winarto,M.Sc.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/



Gambar 2. 5 *Vacuum Thermoforming (Positive Mold)*
(Sumber: Groover, M.P, 2010, Fundamental Of Modern Manufacturing, New York: John Wiley and Sons)

2.1.3 *Mechanical Thermoforming*

Teknik *thermoforming* yang satu ini tidak menggunakan tekanan udara ataupun sistem *vacuum*, tetapi dengan menggunakan *mold* positif dan *mold* negatif.



Gambar 2. 6 *Mechanical Thermoforming*
(Sumber: Groover, M.P, 2010, Fundamental Of Modern Manufacturing, New York: John Wiley and Sons)

2.2.1 *Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS)*

Acrylonitrile Butadiene Styrene termasuk kelompok *engineering thermoplast* yang berisi tiga *monomer* pembentuk. *Akrilonitril* bersifat tahan terhadap bahan kimia dan stabil terhadap panas. *Butadiene* memberi perbaikan terhadap sifat ketahanan pukul dan sifat liat *(toughness)*. Sedangkan *stirena* menjamin kekakuan *(rigidity)* dan mudah diproses. Beberapa *grade* ABS ada juga yang mempunyai karakteristik yang bervariasi, dari kilap tinggi sampai rendah dan dari yang mempunyai *impact resistance* tinggi sampai rendah. Berbagai sifat lebih lanjut juga dapat diperoleh dengan penambahan aditif sehingga diperoleh *grade* ABS yang bersifat menghambat nyala api, transparan, tahan panas tinggi, tahan terhadap sinar UV, tahan korosi dan lain-lain. ABS bersifat *higroskopis*, oleh karena itu harus

ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANASAN PADA PEMBUATAN FOODLINER MODEL SJ-180 MENGGUNAKAN MESIN VACUUM FORMING
SARMADI, Ir. F. Eko Wismo Winarto,M.Sc.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

dikeringkan dulu sebelum proses pelelehan. Plastik jenis ABS ini digunakan untuk keperluan seperti *hairdryer*, korek api gas, telepon, *intercom*, *body* dan komponen mesin ketik elektronik maupun mekanik, mesin hitung, *radiator grill*, tempat kaca spion, dudukan kloset, dudukan kipas angin, kran air, gantungan handuk, *body* kulkas dan *spare parts* kendaraan. Sifat dan karakter ABS ditunjukkan pada tabel 2.4.

Tabel 2. 4 Sifat dan karakter ABS (Groover,2010)

Polymer : polymer of acrylonitrile (C_3H_3N), butadiena (C_4H_6), and styrene (C_8H_8)	
Simbol : ABS	Temperature glass transition : 105 ºC (221 ºF)
Metode polimerisasi : addition	Temperature leleh : 240 ºC (464 ºF)
Kekuatan tarik : 50Mpa (72.5 lb/in²)	Perpanjangan : 10% - 30%
Modulus elastistas : 2100 Mpa (304,580 lb/in²)	Gaya berat : 1.06 N
Tingkat kristalisasi : tidak ada (acak)	Tingkat pengjualan : sekitar 3%

2.2.2 *High-Impact Polystyrene*

Pada beberapa polimer, copolimer, dan terpolimer didasarkan pada monomer styrene (C_8H_8), dimana *polysteren* (PS) paling banyak digunakan. *Polysterene* (PS) memiliki susunan *homopolymer* yang lurus dengan struktur tak terbentuk atau acak yag umumnya memiliki sifat kerapuhan. *Polysterene* (PS) memiliki bentuk transparan, mudah diberi warna, dan mudah dicetak, tapi rusak pada temperatur tinggi dan larut pada berbagai bahan pelarut. Karena *polysterene* memiliki sifat rapuh, beberapa kelas *polysterene* mengandung 5% sampai 15% karet atau yang biasa disebut sebagai *high-impact polysterene* (HIPS). *high-impact polysterene* (HIPS) memiliki kekerasan yang lebih tinggi, tapi transparansi dan kekuatan tarik berkurang. Sifat dari *polysterene* ditunjukkan pada tabel 2.5

ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANASAN PADA PEMBUATAN FOODLINER MODEL SJ-180 MENGGUNAKAN MESIN VACUUM FORMING
SARMADI, Ir. F. Eko Wismo Winarto,M.Sc.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Tabel 2. 5 Sifat dan karakter HIPS (Groover, 2010)

Polymer : Polystyrene (C_8H_8)	
Simbol : PS	Temperature glass transition : 100 ºC (212 ºF)
Metode polimerisasi : addition	Temperature leleh : 240 ºC (464 ºF)
Kekuatan tarik : 50Mpa (72.5 lb/in²)	Perpanjangan : 1%
Modulus elastistas : 3200 Mpa (464,120 lb/in²)	Gaya berat : 1.05 N
Tingkat kristalisasi : tidak ada (acak)	Tingkat pengjualan : sekitar 10%

2.3 Mesin *Vacuum Forming*

Mesin *vacuum forming* digunakan untuk membentuk ataupun mencetak wadah bagian dalam lemari es atau yang disebut *foodliner* dengan menggunkan metode vakum. Seperti ditunjukkan pada Gambar 2.7.

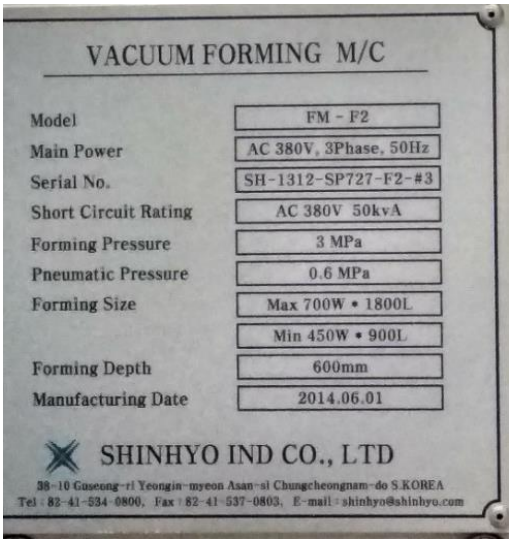


Gambar 2. 7 Mesin *Vacuum Forming*

2.3.1 Seri Mesin

Mesin *vacuum forming* M/C (Shinyho FM-F2) adalah produk buatan dari Korea.

ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANASAN PADA PEMBUATAN FOODLINER MODEL SJ-180 MENGGUNAKAN MESIN VACUUM FORMING
SARMADI, Ir. F. Eko Wismo Winarto,M.Sc.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/



Gambar 2. 8 Seri Mesin

2.3.2 Spesifikasi mesin

Berikut adalah spesifikasi mesin *vacuum forming* yang ditunjukkan pada tabel 2.6.

Tabel 2. 6 Seri mesin *vacuum forming*

Shinyho FM-F2			
1	Forming Area (Width x Lenght)	mm	Max. 700 x 1.800 Min. 450 x 750
2	Forming Material		ABS Sheet, HIPS Sheet
3	Sheet Size (Width x Length)	mm	Max. 800 x 1.900 Min. 520 x 820
4	Sheet Thickness	mm	0,8 ~ 3
5	Forming Depth	mm	650
6	Forming Method		Vacuum Forming
7	Machine Size (Width x High x Length)	mm	6000 x 5.500 x 20.500
8	Electricity		Main : AC 380V ± 10%, 3Phase, 50Hz Control : DC 24V
9	Compressor Air Pressure	Kg/cm^2	5-7
10	Water Consumption	Liter	300
11	Machine Weight	Ton	35
12	Total Electric Consumption	kW	605.4

ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANASAN PADA PEMBUATAN FOODLINER MODEL SJ-180 MENGGUNAKAN MESIN VACUUM FORMING
SARMADI, Ir. F. Eko Wismo Winarto,M.Sc.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

2.3.3 Komponen Mesin

Mesin ini terdiri dari bagian – bagian sistem berikut :

2.3.3.1 *Sheet Loading Station*

Sheet Loading Station adalah bagian yang digunakan untuk memuat dan mensuplai lembaran material ABS menuju rantai transfer.

Sheet loading terbagi 4 bagian, yaitu:

1. *Sheet loading table*

Sheet loading table digunakan untuk menaruh lembaran material ABS sebelum lembaran material tersebut diproses. Setiap penggantian material pada meja harus dilakukan penyejajaran meja agar material dapat terhisap oleh *vacuum pad* dengan tepat. Pensejajaran meja dilakukan pada panel operasi. *Sheet loading table* seperti ditunjukkan pada Gambar 2.9.



Gambar 2. 9 *Sheet loading table*

2. *Pick up*

Pick up adalah proses pengambilan lembaran material ABS dari meja menuju ke *centering device. Pick up* ini juga sering disebut *sheet feeder*. Proses pengambilan material menggunakan sistem pemvakuman. Penggerak dari *sheet feeder* ini menggunakan AC servo-motor. *Sheet feeder* akan bergerak secara vertikal dan horizontal sesuai programnya.

Kekuatan vakum dapat berubah-ubah, yaitu bisa menjadi kuat ataupun lemah. Ketika vakum terlalu kuat sheet feeder dapat mengangkat 2-4 material sekaligus dan ketika terlalu lemah material dapat terlepas dari *vacuum pad*. Oleh karena itu perlu dilakukan pengaturan agar tekanan vakumnya sesuai yang dibutuhkan untuk mengangkat satu buah lembaran material ABS. Pengaturan kekuatan vakum dapat

ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANASAN PADA PEMBUATAN FOODLINER MODEL SJ-180 MENGGUNAKAN MESIN VACUUM FORMING
SARMADI, Ir. F. Eko Wismo Winarto,M.Sc.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

dilakukan dengan memutar tuas regulator pada *sheet feeder*. Kekuatan vakum akan bertambah apabila tuas pada regulator diputar sesuai arah jarum jam, dan sebaliknya kekuatan vakum akan berkurang apabila tuas diputar berlawanan arah jarum jam. *Vacuum pad* seperti ditunjukkan pada Gambar 2.10



Gambar 2. 10 *Vacuum pad*

3. *Centering device*

Centering device digunakan untuk mensejajarkan material agar dapat terpasang pada *roler* dan rantai *transfer* dengan tepat. Apabila tidak dilakukan pensejajaran nantinya material ABS dapat terlepas dari *roler* dan rantai, sehingga dapat mengakibatkan material tersebut terjatuh. Prosesnya adalah apabila pada *centering device* terdapat material maka sensor akan hidup dan mengirim sinyal menuju tuas pensejajar. Kemudian keenam tuas akan berjalan bersamaan untuk menjepit material, setelah itu tuas akan kembali lagi ke posisi seperti semula. Proses akan itu berlangsung secara otomatis.

Lembaran material yang telah diambil kemudian ditempatkan pada area bagian tengah dan diatur oleh *centering device* sesuai garis tengahnya. Gambar 2.11 adalah *area centering device*.



Gambar 2. 11 *Centering device*

ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANASAN PADA PEMBUATAN FOODLINER MODEL SJ-180 MENGGUNAKAN MESIN VACUUM FORMING
SARMADI, Ir. F. Eko Wismo Winarto,M.Sc.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

2.3.3.2 *Sheet Transfer Station*

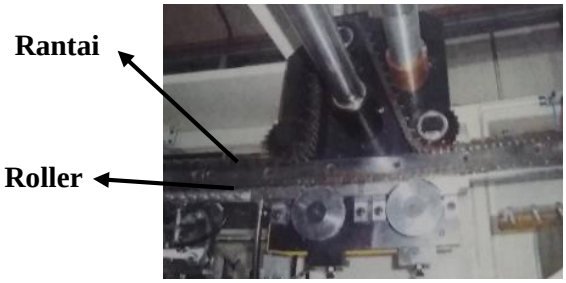
Pada bagian ini terdapat 2 komponen, yaitu :

1. *Clamp device*

Lembaran material ABS akan disuplai dari *loading part* menuju *inserting part.* Kemudian *clamp cylinder* akan meneruskan dan memasukkan material menuju ke *spike chain*.

2. *Chain pin & roller*

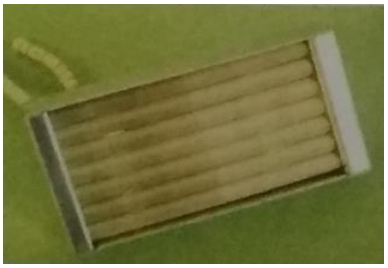
Chain pin & roller digunakan mengirim material dari *heater* sampai ke bagian *vacuum forming*. Keduanya akan menjepit material agar tidak terjatuh. *Chain pin* akan bergerak sesuai program, sedangkan *roller* akan diam dan berputar mengikuti kecepatan dari gerak chain pin. *Chain pin & roller* seperti ditunjukkan pada Gambar 2.12.



Gambar *2*. 12 *Chain & roller*

2.3.3.3 *Heating Station*

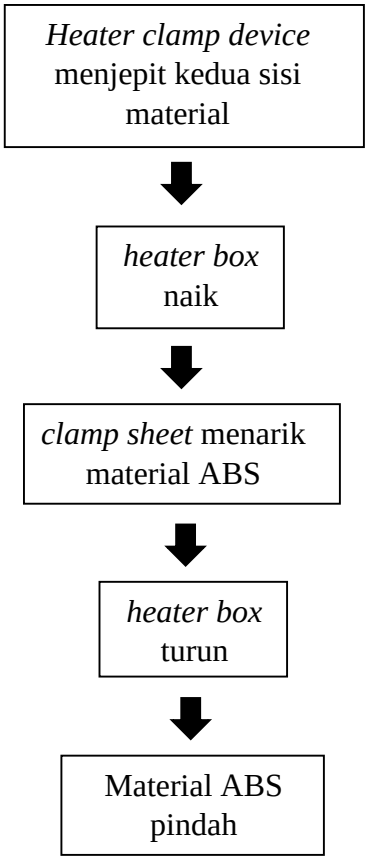
Pemanas pada mesin *vacuum forming* digunakan untuk memanaskan material ABS sebelum dicetak menjadi *foodliner*. Pemanas pada *heating station* mesin *vacuum forming* ini menggunakan 2 pasang *heater box*. Kedua pasang *heater box* tersebut akan memanaskan material secarap bertahap. Gambar 2.13 adalah *heater* yang digunakan pada mesin *vacuum forming*.



Gambar 2. 13 *Heater*

ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANASAN PADA PEMBUATAN FOODLINER MODEL SJ-180 MENGGUNAKAN MESIN VACUUM FORMING
SARMADI, Ir. F. Eko Wismo Winarto,M.Sc.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Berikut adalah alur operasi pada *heater station* :



Gambar 2. 14 Alur operasi *heater*

Berikut adalah bagian yang ada pada *heater station.*

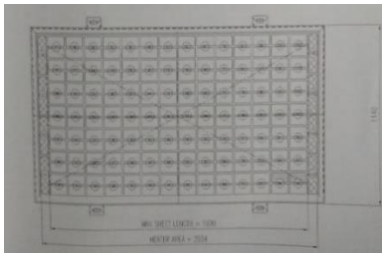
1. *Heater array diagram*

   a. *Heater* pertama

   Bagian atas

   Jumlah *heater* yang terpasang pada bagian ini adalah 106 buah *heater*. Daya untuk satu buah *heater* adalah sebesar 500W. Pada *heater box* ini juga terdapat 2 buah sensor *heater* yang membutuhkan daya sebesar 1kW. Total daya yang digunakan untuk menghidupkan *heater* ini adalah sebesar 99kW.

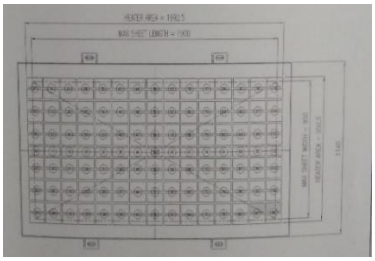
ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANASAN PADA PEMBUATAN FOODLINER MODEL SJ-180 MENGGUNAKAN MESIN VACUUM FORMING
SARMADI, Ir. F. Eko Wismo Winarto,M.Sc.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/



Gambar 2. 15 *Heater array diagram* pertama bagian atas

Bagian bawah

Jumlah *heater* yang terpasang pada bagian ini adalah 105 buah *heater*. Daya untuk satu buah *hetaer* adalah sebesar 500W. *Heater box* ini juga terdapat 2 buah sensor *heater* yang membutuhkan daya sebesar 1kW. Total daya yang digunakan untuk menghidupkan *heater* ini adalah sebesar 98kW.



Gambar 2. 16 *Heater array diagram* pertama bagian bawah

b. *Heater* kedua

Bagian atas

Jumlah *heater* yang terpasang pada bagian ini adalah 219 buah *heater*. Daya untuk satu buah *heater* adalah sebesar 500 W. *Heater box* ini juga terdapat 2 buah sensor *heater* yang membutuhkan daya sebesar 1 kW. Total daya yang digunakan untuk menghidupkan *heater* ini adalah 109 kW.



Gambar 2. 17 *Heater array diagram* kedua bagian atas

ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANASAN PADA PEMBUATAN FOODLINER MODEL SJ-180 MENGGUNAKAN MESIN VACUUM FORMING
SARMADI, Ir. F. Eko Wismo Winarto,M.Sc.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Bagian bawah

Jumlah *heater* yang terpasang pada bagian ini adalah 203 buah *heater*. Daya untuk satu buah *heater* adalah sebesar 500 W. *Heater box* ini juga terdapat 2 buah sensor *heater* yang membutuhkan daya sebesar 1 kW. Total daya yang digunakan untuk menghidupkan *heater* ini adalah 101,5 kW.



Gambar 2. 18 *Heater array diagram* kedua bagian bawah

2.Tipe dan spesifikasi *heater*

Tabel 2. 7 Tipe dan spesifikasi *heater*

No	Tipe	Spesifikasi
1	HQE	62,5mm x 123,5mm x 500W
2	HQE-T/C K	62,5mm x 123,5mm x 500W
3	FQE	62,5mm x 247mm x 650W
4	Length of lead wire	150mm

3.*Heater clamp device*

Heater clamp device berfungsi untuk pemegang material ABS dan juga *heater clamp device* akan memanjang untuk menarik material ABS yang mengendur setelah terkena panas dari *heater*. Temperatur yang baik untuk permukaan dari *clamp heater* ini adalah 105-115ºC.



Gambar 2. 19 *Heater clamp*

ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANASAN PADA PEMBUATAN FOODLINER MODEL SJ-180 MENGGUNAKAN MESIN VACUUM FORMING
SARMADI, Ir. F. Eko Wismo Winarto,M.Sc.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/



Gambar 2. 20 *Heater box*

2.3.3.4 *Forming Station*

Forming station adalah tempat untuk mencetak material ABS menjadi *foodliner*. *Forming station* terdiri dari beberapa komponen yaitu *chamber*, cetakan bawah, cetakan atas silinder penggerak dan roda gigi penyelaras. *Chamber* memiliki fungsi sebagai tempat cetakan bawah.

Cetakan bawah atau biasa disebut *mold* adalah cetakan *foodliner* yang berada pada bagian bawah dan sebagai tempat dari rongga *vacuum.* Pada cetakan bawah terdapat profil-profil yang membentuk cetakan *foodliner*. Sistem gerak naik-turun dari *mold* digerakkan menggunakan motor servo. Gambar 2.21 menunjukkan *mold & chamber.*



Gambar 2. 21 *Mold & chamber*

Cetakan atas atau *plug* adalah cetakan *foodliner* yang berada pada bagian atas dan merupakan pasangan dari cetakan bawah. Cetakan atas ini terbuat dari kayu yang dilapisi dengan kain yang halus. Pelapisan ini berfungsi untuk melindungi *foodline*r agar hasilnya tidak tergores. Cetakan atas digerakkan oleh motor servo

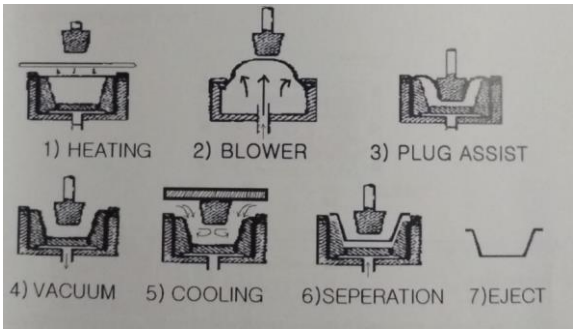
ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANASAN PADA PEMBUATAN FOODLINER MODEL SJ-180 MENGGUNAKAN MESIN VACUUM FORMING
SARMADI, Ir. F. Eko Wismo Winarto,M.Sc.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

yang dihubungkan dengan roda gigi. Cetakan atas atau *plug* seperti ditunjukkan pada Gambar 2.22.



Gambar 2. 22 *Plug*

Proses pencetakkan material ABS sampai menjadi *foodliner* pertama-tama adalah pemanasan *mold*, kemudian proses *blowing*, setelah itu *plug* akan turun untuk membentuk *foodliner*, kemudian proses pemvakuman material agar profil-profil yang kecil juga dapat terbentuk dengan baik, berikutnya adalah pendinginan *foodliner* dan pendinginan *mold*, kemudian peniupan *foodliner* dari cetakan *mold* agar *foodliner* dapat terlepas dari *mold*, dan yang terakhir adalah proses pengeluaran material. Berikut adalah gambar prosesnya dapat dilihat pada Gambar 2.23.



Gambar 2. 23 Alur proses pembentukan *foodliner*

2.3.3.5 Sistem Kontrol

Mesin *vacuum forming* adalah mesin yang dikendalikan dengan sistem komputer. Pada kontrol panel, terdapat parameter-parameter yang dapat diubah sesuai dengan kebutuhan. Dengan penggunaan sistem komputer, mesin *vacuum*

ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANASAN PADA PEMBUATAN FOODLINER MODEL SJ-180 MENGGUNAKAN MESIN VACUUM FORMING
SARMADI, Ir. F. Eko Wismo Winarto,M.Sc.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

forming dapat dijalankan secara otomatis. Kontrol panel seperti ditunjukkan pada Gambar 2.24.



Gambar 2. 24 Kontrol Panel

2.3.3.6 Instruksi Operasi

Mesin *vacuum forming* ini dikendalikan dengan komputer yang membuat instruksi pada mesin *vacuum forming* yang dapat diatur secara langsung melalui kontrol panel. Proses produksi dikendalikan mengguakan data *setting*. Data *setting* adalah bagian kontrol panel yang digunakan untuk mengatur parameter-parameter yang digunakan dalam proses pembuatan *foodliner*. Berikut adalah tampilan dari parameter-parameter yang terdapat pada data *setting* seperti ditunjukkan Gambar 2.25.

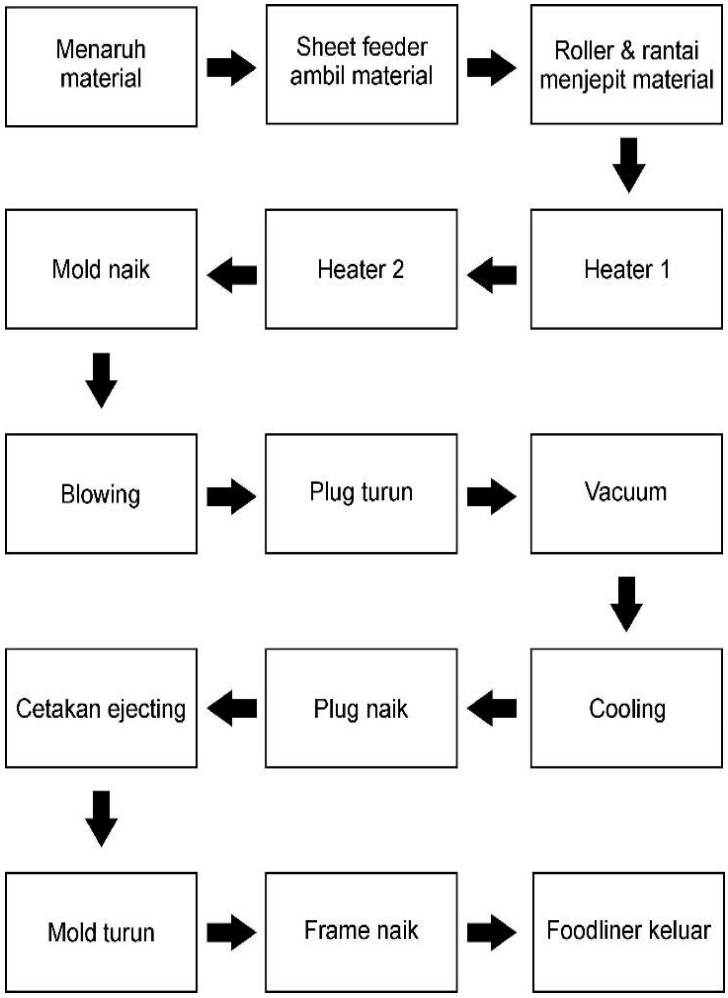


Gambar 2. 25 Parameter-parameter data *setting*

2.4 *Forming Process*

Proses pembuatan *foodliner* dilakukan dengan beberapa tahap mulai dari menempatkan material yang akan dicetak sampai material keluar dari mesin *vacuum forming*. Tahap-tahap pembuatan *foodliner* ditunjukkan pada Gambar 2.26.

ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANASAN PADA PEMBUATAN FOODLINER MODEL SJ-180 MENGGUNAKAN MESIN VACUUM FORMING
SARMADI, Ir. F. Eko Wismo Winarto,M.Sc.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/



Gambar 2. 26 Alur proses pembuatan *foodliner*

2.5 *Foodliner*

Foodliner adalah salah satu komponen pada lemari es yang berada pada *cabinet* lemari es dan berfungsi sebagai lapisan bagian dalam dari *cabinet* lemari es. *Foodliner* juga berfungsi sebagai tempat untuk meletakkan aksesoris dari *cabinet* lemari es. *Foodliner* terbuat dari material thermoplastik (HIPS & ABS) yang dicetak dengan mesin *vacuum forming*.

2.5.1 Cacat Pada *Foodliner*

Proses pembuatan *foodliner* dengan mesin *vacuum forming* tidak terlepas dari terbentuknya cacat, oleh karena itu untuk mengetahui ada atau tidaknya cacat pada *foodliner* perlu dilakukan pemeriksaan hasil cetakan dari *foodliner*. Pemeriksaan cacat pada hasil cetakan *foodliner* dilakukan secara visual maupun pengukuran

ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANASAN PADA PEMBUATAN FOODLINER MODEL SJ-180 MENGGUNAKAN MESIN VACUUM FORMING
SARMADI, Ir. F. Eko Wismo Winarto,M.Sc.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

dimensi. Cacat pada cetakan *foodliner* disebabkan beberapa faktor. Faktor yang menyebabkan cacat pada produk cetakan *foodliner* yaitu :

1. Kualitas material yang kurang baik seperti panjang, lebar, tebal dan juga kebersihan dari material. Ukuran matterial yang tidak yang kurang baik akan membuat produk yang dihasilkan juga tidak baik.
2. Temperatur pemanasan dan waktu pemanasan yang tidak tepat. Jika material dipanaskan terlalu lama maka akan mengakibatkan cetakan menjadi tipis tetapi jika material pemanasanya kurang akan menghasilkan profil dari *foodliner* kurang terbentuk karena temperatur pemanasanya tidak tercapai.
3. Pemvakuman yang kurang maksimal dapat menyebabkan profil tidak terbentuk dengan baik.
4. Temperatur cetakan akan mempengaruhi material yang akan dicetak. Normalnya material yang menyentuh cetakan akan mengalami penurunan temperatur. tempretur cetakan yang sesuai akan menurunkan tengangan dari produk,mengurangi kerutan, dan meningkatkan kehalusan dari produk.
5. Cetakan yang tidak sejajar antara cetakan atas dan bawah dapat menyebabkan material tidak terbentuk dengan sempurna.

2.5.2 Jenis Cacat *Foodliner*

1. Ukuran tanggul

Tanggul pada *foodliner* adalah bagian berbentuk cekungan yang mengelilingi semua sisi luar dari *foodliner*. Tanggul pada *foodliner* berfungsi sebagai tempat untuk menggabungkan *foodliner* dengan *cabinet plate*. Kecacatan pada tanggul *foodliner* yaitu ukuran dari tanggul tidak sesuai dengan standar yang telah ditentukan sehingga *foodliner* tidak dapat dipasangkan dengan *cabinet plate* atau terdapat celah yang terlalu lebar antara *cabinet plate* dengan *foodliner*. Selain itu cacat yang mungkin terjadi pada tanggul seperti keriput, berlubang, sobek dan lain-lain.

Masalah lainya adalah terjadinya kebocoran pada saat pengisian cairan *polyurethane* membuat bagian dalam lemari es tidak terisi dengan sempurna dan

ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANASAN PADA PEMBUATAN FOODLINER MODEL SJ-180 MENGGUNAKAN MESIN VACUUM FORMING
SARMADI, Ir. F. Eko Wismo Winarto,M.Sc.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

mengakibatkan kabinet lemari es tidak terbentuk dengan baik. Hal ini akan mengakibatkan kecacatan pada kabinet lemari es.

Cacat pada tanggul *foodliner* juga dapat disebabkan oleh bebrapa faktor lainya yaitu temperatur pemanasan yang kurang, waktu pemanasan yang kurang pemvakuman yang kurang dan posisi cetakan yang tidak sejajar.

2. Cacat bentuk

Bentuk dari *foodliner* merupakan hal harus diperhatikan. Cacat bentuk adalah ketika *foodliner* tidak terbentuk dengan sempurna seperti terdapat bebrapa bagian yang tidak sesuai dengan bentuk yang telah ditetapkan. Kurangnya pemvakuman, waktu pemanasan yang kurang, dan cetakan yang tidak terpasang dengan baik merpakan bebrapa faktor yang dapat menyebabkan bentuk dari *foodliner* tidak sempurna.

3. Terdapat bagian yang tipis

Pada *foodliner* sering terjadi penipisan pada beberapa bagian dari *foodliner*. Penipisan pada bagian *foodliner* membuat produk *foodliner* jadi mudah robek atau berlubang yang dapat meneybabkan kebocoran saat pengisian *polyurethane* sehingga menyebabkan cacat pada kabinet lemari es. Bagian tipis dari *foodliner* dapat disebabkan oleh beberapa faktor antara lain lembaran material yang kurang baik, waktu pemanasan yang tidak seimbang, waktu pemanasan yang berlebih dan temperature *mold* yang berlebih.

4. Profil yang tidak sempurna

Profil pada *foodliner* berfungsi sebagai tempat untuk menaruh bebrapa aksesoris yang terdapat pada kabinet lemari es seperti wadah minum, wadah sayur, dan lain-lain. Profil pada *foodliner* harus diperhatikan dengan baik karena perananya yang penting. Profil yang buruk menyebabkan aksesoris kabinet lemari es tidak dapat dipasang pada profil *foodliner*. Profil *foodliner* yang baik adalah profil yang mempunyai bentuk yang baik, jelas, seusai dengan cetakan yang dibuat, dan tidak terdapat cacat pada profil tersebut. Sedangkan profil yang buruk adalah

ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANASAN PADA PEMBUATAN FOODLINER MODEL SJ-180 MENGGUNAKAN MESIN VACUUM FORMING
SARWADI, Ir. F. Eko Wismo Winarto,M.Sc.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

profil yang bentuknya kurang baik, tidak jelas, tidak sesuai dengan cetakan yang dibuat, terdapat cacat pada profil tersebut.

Terdapat dua faktor yang menyebabkan profil tidak terbentuk dengan sempurna seperti temperatur atau waktu pemanasan yang kurang dan pemvakuman yang kurang baik. Pemvakuman yang kurang baik juga merupakan salah satu faktor yang menyebabkan profil pada *foodliner* tidak terbentuk dengan sempurna. Pemvakuman yang kurang baik dapat disebabkan oleh beberapa hal seperti waktu pemvakuman yang kurang,tekanan vakum yang kurang besar, rusaknya seal pada pompa vakum, dan juga selang vakum yang bocor.

5. Permukaan kasar atau keriput

Permukaan dari *foodliner* merupakan salah satu hal yang harus diperhatikan. Permukaan yang baik adalah permukaanyang halus, rata, dan bersih. Salah satu bentuk kecacatan dari *foodliner* adalah adanya permukaan yang kasar atau keriput. Permukaan yang kasar atau keriput adalah jenis cacat dimana bentuk tekstur kasar atatu keriput pada bagian *foodliner*.

Terdapat beberapa faktor yang dapat menyebabkan permukaan *foodliner* kasar atau keriput, antara lain temperatur pemanasan yang terlalu tinggi, waktu pemanasan yang terlalu lama, proses *blow* yang terlalu tinggi, dan lembaran material yang lembab.

2.6 Keselamatan Kerja

Aturan keselamatan untuk pekerjaan mesin *vacuum forming.*

1. Periksa apakah perangkat keselamatan berfungsi secara normal.
2. Laporkan pada divisi *maintenance* jika ada kondisi tidak normal.
3. Jangan memperbaiki atau membersihkan mesin saat beroperasi.
4. Harus mematikan saklar utama sebelum memperbaiki atau membersihkan mesin.
5. Bersihkan area kerja setelah pekerjaan selesai.

Berikut adalah contoh peringatan keselamatan kerja pada mesin *vacuum forming* seperti ditunjukkan pada Gambar 2.27.

ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANASAN PADA PEMBUATAN FOODLINER MODEL SJ-180 MENGGUNAKAN MESIN VACUUM FORMING
SARWADI, Ir. F. Eko Wismo Winarto,M.Sc.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/



(a) (b)

(c) (d)

Gambar 2. 27 Keselamatan Kerja

Keterangan :

(a) Peringatan tegangan listrik tinggi

(b) Tidak boleh masuk bagi yang tidak berwenang

(c) Penggunaan pelindung telinga

(d) Peringatan keselamatan supaya hati-hati agar tidak terjepit

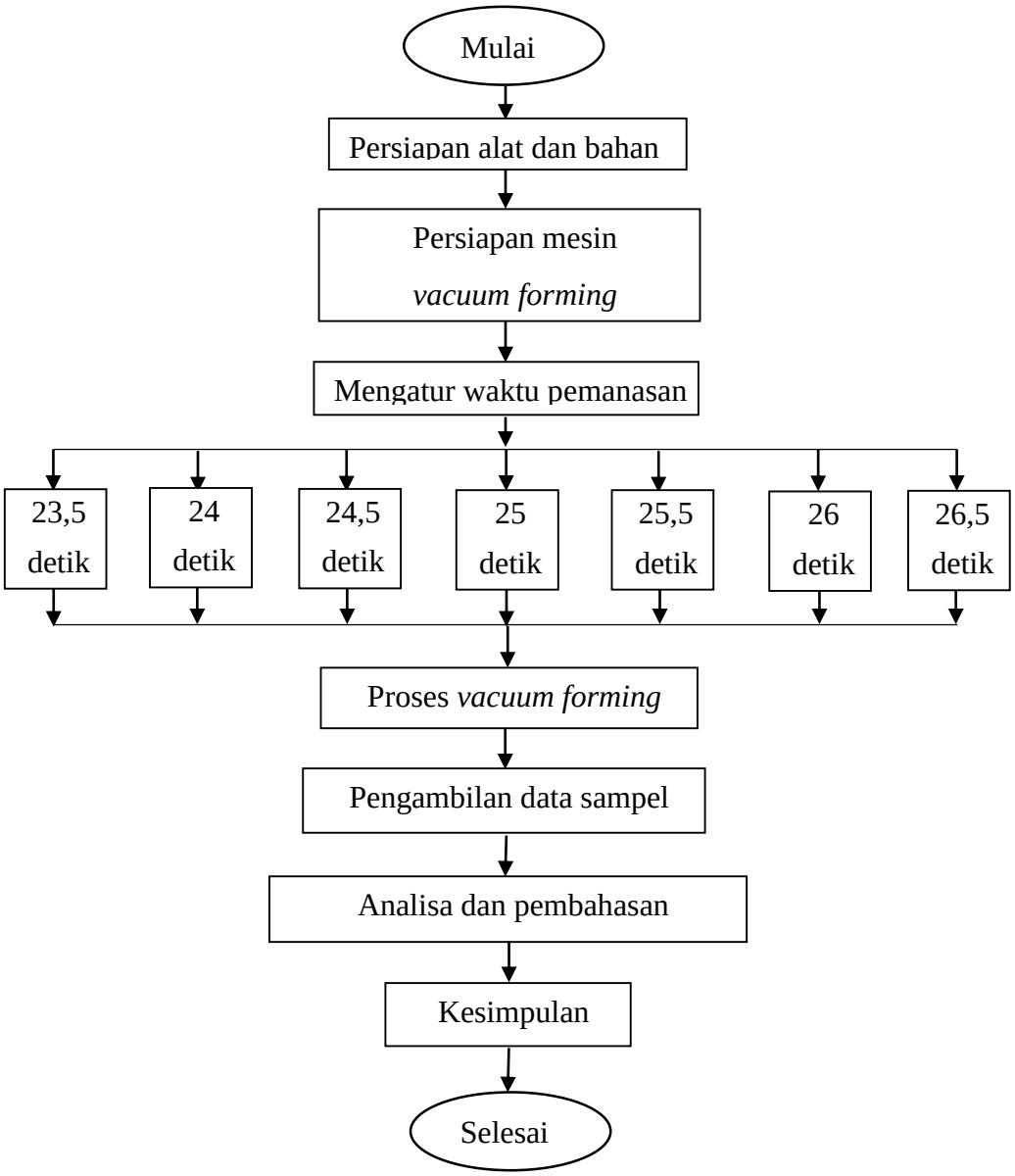
ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANASAN PADA PEMBUATAN FOODLINER MODEL SJ-180 MENGGUNAKAN MESIN VACUUM FORMING
SARMADI, Ir. P. Eko Wismo Winarto M.Sc. Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Penelitian

Diagram alir penelitian ini merupakan gambaran dari langkah-langkah penelitian yang dilakukan peneliti dalam mendapatkan data penelitian. Seperti gambar dibawah ini:



Gambar 3. 1 Diagram Alir Proses Penelitian

ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANASAN PADA PEMBUATAN FOODLINER MODEL SJ-180 MENGGUNAKAN MESIN VACUUM FORMING
SARWADI, Ir. AF Ekadewa Yuwono Winarto M.Sc. Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

3.2 Tempat Penelinitian

Tempat Penelitian : PT SHARP ELECTRONICS INDONESIA
JL.Harapan Raya Lot LL 1&2 Karawang International Industrial City, Karawang 41361, Indonesia

Divisi : Divisi *Refrigerator*

3.3 Tahapan Penelitian

Sebelum melakukan analisa dan pembahasan dari sebuah penelitian diperlukan tahapan atau alur dalam pengambilan data terlebih dahulu, adapun tahapan akan dijelaskan sebagai berikut:

3.3.1 Identifikasi Masalah

Langkah pertama yang dilakukan dalam pelaksanaan pengujian adalah menentukan tujuan dilakukannya pengujian tersebut. Tujuan diharuskan *realistis* dan memungkinkan untuk dicapai. Tujuan penelitian pengujian pengaruh waktu pemanasan atau *heating time* pada proses *vacuum forming* secara umum ialah mengetahui pengaruh waktu pemanasan terhadap hasil dari cetakan *foodliner* serta menentukan parameter waktu pemanasan yang optimal untuk menghasilkan cetakan *foodliner* yang baik. Selain itu juga untuk mengetahui cacat yang ditimbulkan dari tiap variasi waktu pemanasan. Variasi waktu pemanasan yang dilakukan dalam pengujian ini ialah 23,5 detik, 24 detik, 24,5 detik, 25 detik, 25,5 detik, 26 detik dan 26,5 detik.

3.3.2 Persiapan Alat dan Bahan

Untuk dapat melakukan analisa pengaruh waktu pemanasan atau *heating time* pada pembuatan cetakan *foodliner*, dibutuhkan beberapa alat dan bahan untuk menunjang hasil penelitian. Alat dan bahan yang dibutuhkan yaitu:

1. Mesin *Vacuum Forming* M/C (Shinyho FM-F2) dan Mesin *Trimming*
   Mesin *vacuum forming* ini digunukan untuk mencetak *foodliner*. Sedangkan untuk mesin *trimming* yaitu untuk memotong hasil cetakan *foodliner*.

ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANASAN PADA PEMBUATAN FOODLINER MODEL SJ-180 MENGGUNAKAN MESIN VACUUM FORMING
SARMADI, Ir. P. Eko Wismo Winarto M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/



Gambar 3. 2 Mesin *Vacuum Forming*



Gambar 3. 3 Mesin *Trimming*

2. Lembaran Material ABS

   Material dasar yang digunakan untuk membuat *foodliner* ialah plastik ABS. Material dasar ini berbentuk lembaran persegi panjang dengan ukuran panjang 1170 mm x lebar 610,50 mm serta memiliki ketebalan 1,85 mm.



Gambar 3. 4 Material Plastik ABS

ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANASAN PADA PEMBUATAN FOODLINER MODEL SJ-180 MENGGUNAKAN MESIN VACUUM FORMING
SARMADI, Ir. P. Eko Wismo Winarto M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

3. Alat tulis

   Alat tulis yang dibutuhkan yaitu kertas dan pulpen untuk mencatat hasil pengukuran dari data pengujian.

4. *Paper Tape*

   Paper tape atau solasi kertas ini digunakan untuk menandai *foodliner* sesuai dengan waktu pemanasannya.



Gambar 3. 5 Solasi Kertas

5. *Thermogun*

   Thermogun ini digunakan untuk mengukur temperatur pada lembaran material ABS dan *mold*.

3.3.3 Persiapan Mesin *Vacuum Forming*

Pada persiapan mesin *vacuum forming* hal yang pertama yang dilakukan adalah menghidupkan mesin *vacuum forming.*

1. Nyalakan *power* utama pada mesin *vacuum forming.*



Gambar 3. 6 *Main Power*

ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANASAN PADA PEMBUATAN FOODLINER MODEL SJ-180 MENGGUNAKAN MESIN VACUUM FORMING
SARMADI, Ir. P. Eko Wismo Winarto M.Sc. Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

2. Nyalakan *heater power* dan *breaker* seperti:
   a) *Heater Power*



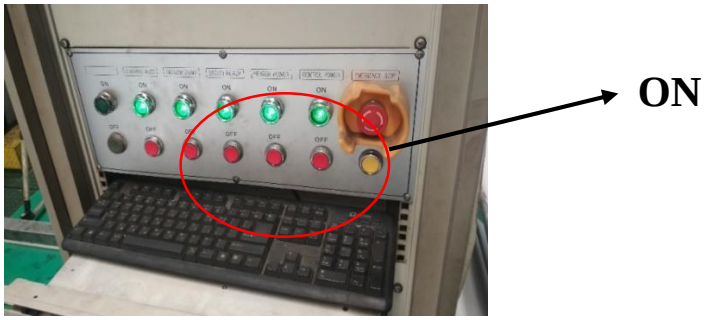
Gambar 3. 7 *Heater Power*

   b) *Breaker Mold Matic*



Gambar 3. 8 *Breaker Mold Matic*

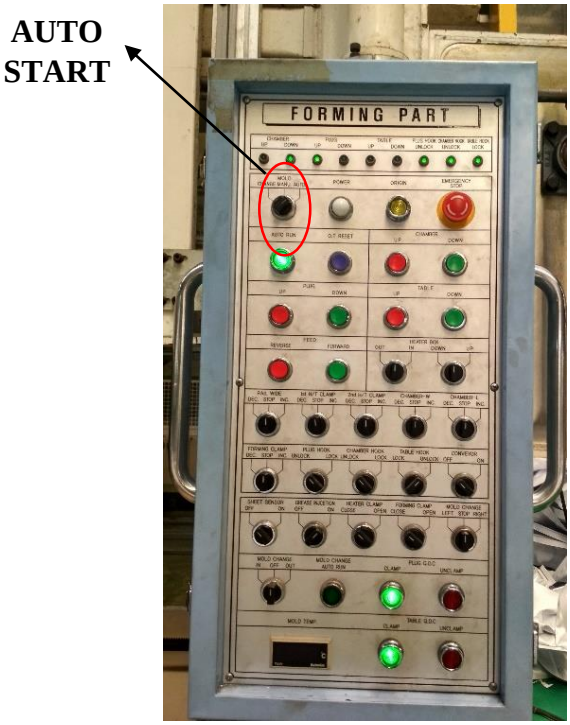
   c) *Power* Komputer
3. Tekan tiga tombol *power* pada panel
   a) *Control Power*
   b) *Heater Power*
   c) *Servo Ready*



Gambar 3. 9 Tombol *Power Panel*

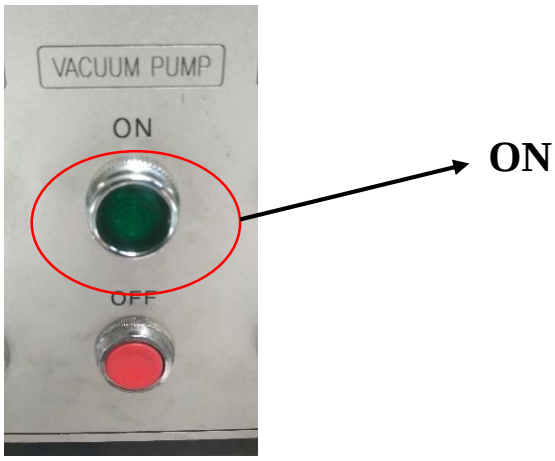
ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANASAN PADA PEMBUATAN FOODLINER MODEL SJ-180 MENGGUNAKAN MESIN VACUUM FORMING
SARMADI, Ir. P. Eko Wismo Winarto M.Sc. Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

4. Posisikan *switch* dari "MANUAL" ke posisi "AUTO" kemudian tekan tombol "AUTO START" dan tekan tombol "VACUUM PUMP" pada panel.



Gambar 3. 10 Tombol *Forming Part*

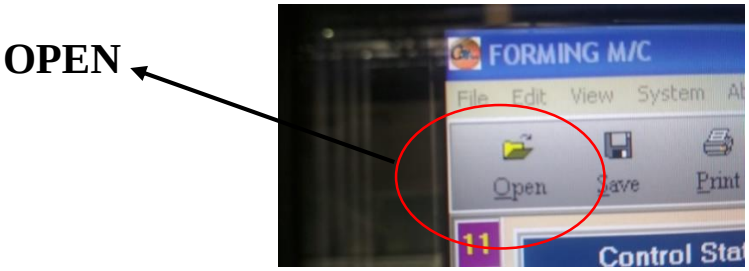
Vacuum Pump



Gambar 3. 11 Tombol *Vacuum Pump*

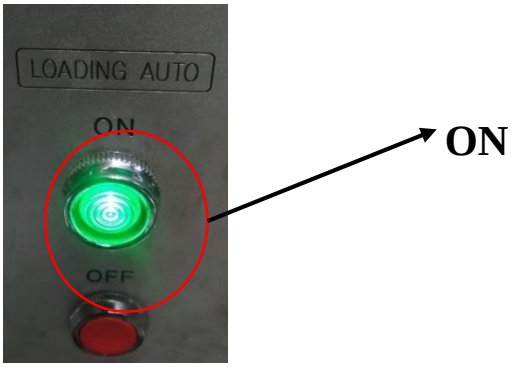
5. Pilih setingan model *foodliner* yang akan dicetak yaitu SJ-180, klik "OPEN" pada layar komputer lalu akan muncul beberapa setingan *file* model. Klik *file* yang akan dijalankan lalu klik "OPEN".

ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANASAN PADA PEMBUATAN FOODLINER MODEL SJ-180 MENGGUNAKAN MESIN VACUUM FORMING
SARMADI, Ir. P. Eko Wismo Winarto M.Sc. Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/



Gambar 3. 12 *Menu Open*

6. Tekan tombol "LOADING AUTO" pada panel untuk memulai proses.

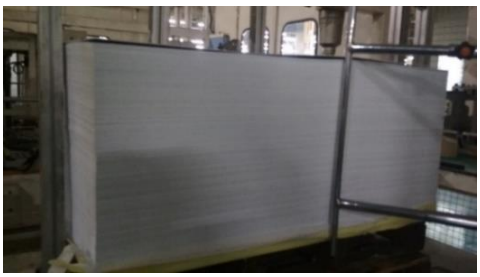


Gambar 3. 13 Tombol *Loading Auto*

3.3.4 Proses Pembuatan *Foodliner*

Proses selanjutnya adalah melakukan pembuatan *foodliner*. Dalam pembuatan *foodliner* ini dilakukan pengujian variasi waktu pemanasan yaitu 23,5 detik, 24 detik, 24,5 detik, 25 detik, 25,5 detik, 26 detik dan 26,5 detik. Adapun langkah-langkah pembuatanya sebagai berikut :

1. Menentukan jenis material lembaran plastik yang akan digunakan yaitu ABS (*Acrylonitrile Butadiene Styrene)* berbentuk persegi panjang dengan ukuran ukuran panjang 1170 mm x lebar 610,50 mm serta memiliki tebal 1,85 mm.



Gambar 3. 14 Material Plastik ABS

ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANASAN PADA PEMBUATAN FOODLINER MODEL SJ-180 MENGGUNAKAN MESIN VACUUM FORMING
SARMADI, Ir. F. Eko Wismo Winarto M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

2. Melakukan pengaturan waktu pemanasan dari 23,5 detik – 26,5 detik dengan kenaikan 0,5 detik. Tiap waktu pemanasan diambil 5 sampel *foodliner*.



Gambar 3. 15 *Setting* waktu pemanasan

3. Menjalakan mesin *vacuum forming*.



Gambar 3. 16 Hasil Cetakan *Foodliner*

4. Memotong sisi luar *foodliner* dengan menggunakan mesin *trimming.*



Gambar 3. 17 Pemotongan Sisi *Foodliner*

3.3.5 Pengambilan Data Pengujian

Data yang didapat dari hasil pengukuran serta kondisi cetakan foodliner dari hasil cetakan *foodliner* yang nantinya akan digunakan untuk analisa dan pembahasan pada BAB IV .

ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANASAN PADA PEMBUATAN FOODLINER MODEL SJ-180 MENGGUNAKAN MESIN VACUUM FORMING
SARMADI, Ir. Ekomadyo Nirwanto, M.Sc.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini pembahasan analisis pengaruh waktu pemanasan pada pembuatan *foodliner* model SJ-180 dengan material dasar lembaran plastik ABS yang dicetak menggunakan mesin *vacuum forming* dan dilakukan pemotongan pada sisi bagian luar *foodliner* yang tidak terpakai menggunakan mesin *trimming*. Penelitian ini dilakukan pada siang hari dengan 7 variasi waktu pemanasan pada proses pembuatan *foodliner* yaitu 23,5 detik, 24 detik, 24,5 detik, 25 detik, 25,5 detik, 26 detik dan 26,5 detik dengan 5 sampel tiap variasi waktu pemanasan.

4.1 Data Hasil Pengujian Cetakan *Foodliner*

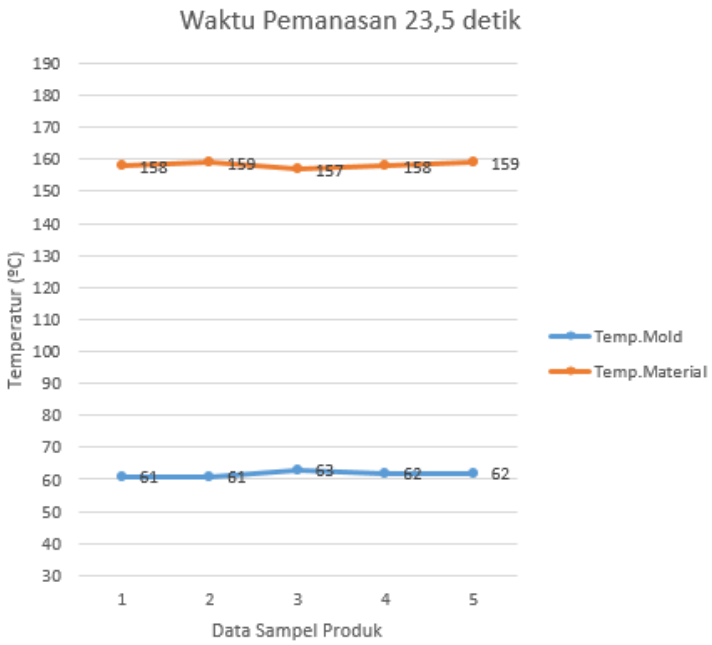
Berikut ini adalah data hasil pengujian variasi waktu pemanasan cetakan *foodliner* model SJ-180 yang dilakukan pada siang hari.

4.1.1 Pengujian Variasi Pemanasan 23,5 detik

Tabel 4. 1 Data Pengujian Waktu Pemanasan 23,5 detik

Material ABS	Waktu Vakum (s)	Temperatur Heater (ºC)	Temperatur Mold (ºC)	Temperatur Material (ºC)	Kelembapan Udara (%)	Temperatur Udara (ºC)	Hasil
1	8,1	630	61	158	54,7	31	NG
2	8,1	630	61	159	54,7	31	NG
3	8,1	630	63	157	54,7	31	NG
4	8,1	630	62	158	54,7	31	NG
5	8,1	630	62	159	54,7	31	NG

ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANASAN PADA PEMBUATAN FOODLINER MODEL SJ-180 MENGGUNAKAN MESIN VACUUM FORMING
SARMADI, Ir. B. Eko Wismo Winarto, M.Sc.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/



Gambar 4. 1 Grafik Temperatur Material dan *Mold* Waktu Pemanasan 23,5 detik

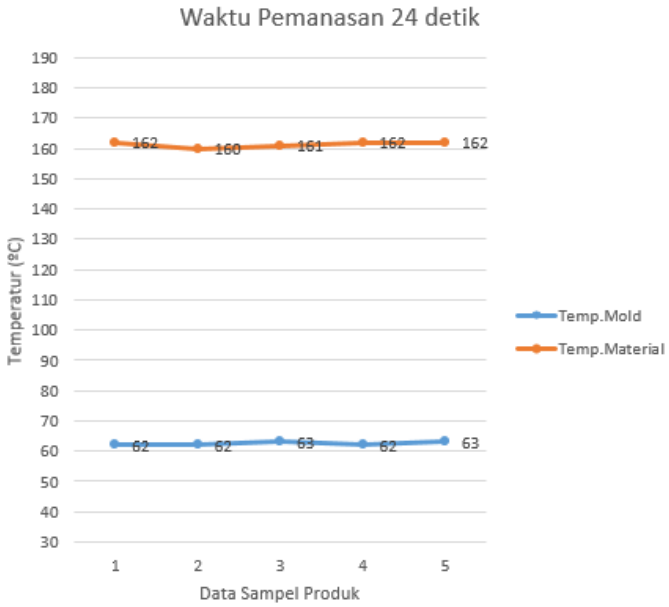
Tabel 4.1 waktu pemanasan yang digunakan adalah 23,5 detik. Berdasarkan grafik temperatur material dan *mold*, pada lima data sampel produk *foodliner* memliki temperatur material dan *mold* yang berbeda. Temperatur material pada waktu pemanasan 23,5 detik ini berada pada kisaran 157 ºC - 159 ºC, sedangkan untuk temperatur *mold* pada waktu pemanasan 23,5 detik ini berada pada kisaran 61ºC - 63ºC. Dari kelima sampel produk *foodliner* waktu pemanasan 23,5 detik ini terdapat lima produk yang cacat. Cacat produk *foodliner* yang terjadi adalah cacat bentuk profil. Cacat ini terjadi karena temperatur material yang belum maksimal, hal ini menyebabkan saat proses pembentukan berlangsung terutama pada saat proses vakum material menjadi sulit untuk dibentuk karena material sudah tidak elastis lagi sehingga tidak menghasilkan bentuk profil yang baik terutama pada bagian *slider foodliner*.

ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANASAN PADA PEMBUATAN FOODLINER MODEL SJ-180 MENGGUNAKAN MESIN VACUUM FORMING
SARI MADU P. F. Ir. Wisnu Wijanarko, M.Sc.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

4.1.2 Pengujian Variasi Pemanasan 24 detik

Tabel 4. 2 Data Pengujian Waktu Pemanasan 24 detik

Material ABS	Waktu Vakum (s)	Temperatur Heater (ºC)	Temperatur Mold (ºC)	Temperatur Material (ºC)	Kelembapan Udara (%)	Temperatur Udara (ºC)	Hasil
1	8,1	630	62	162	54,7	31	NG
2	8,1	630	62	160	54,7	31	NG
3	8,1	630	63	161	54,7	31	NG
4	8,1	630	62	162	54,7	31	NG
5	8,1	630	63	162	54,7	31	NG



Gambar 4. 2 Grafik Temperatur Material dan *Mold* Waktu Pemanasan 24 detik

Tabel 4.2 waktu pemanasan yang digunakan adalah 24 detik. Berdasarkan grafik temperatur material dan *mold*, pada lima data sampel produk *foodliner* memliki temperatur material dan *mold* yang berbeda. Temperatur material pada waktu pemanasan 24 detik ini berada pada kisaran 160 ºC - 162 ºC, sedangkan untuk temperatur *mold* pada waktu pemanasan 24 detik ini berada pada kisaran 62ºC - 63ºC. Dari kelima sampel produk *foodliner* waktu pemanasan 24 detik ini terdapat lima produk yang cacat. Cacat ini terjadi karena temperatur material yang belum maksimal, hal ini menyebabkan saat proses pembentukan berlangsung terutama

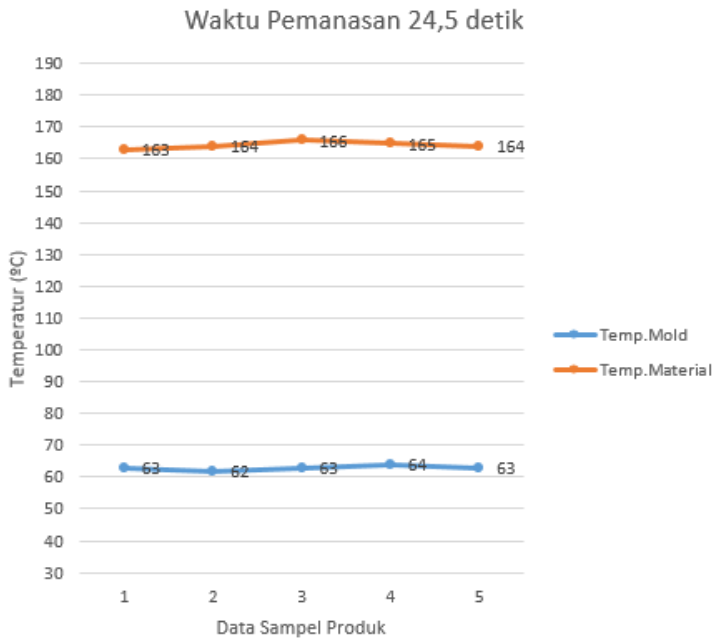
ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANASAN PADA PEMBUATAN FOODLINER MODEL SJ-180 MENGGUNAKAN MESIN VACUUM FORMING
SARMADI, Ir. B. Ekoprisno Winarto, M.Sc.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

pada saat proses vakum material menjadi sulit untuk dibentuk karena material sudah tidak elastis lagi sehingga tidak menghasilkan bentuk profil yang baik terutama pada bagian *slider foodliner*.

4.1.3 Pengujian Variasi Pemanasan 24,5 detik

Tabel 4. 3 Data Pengujian Waktu Pemanasan 24,5 detik

Material ABS	Waktu Vakum (s)	Temperatur Heater (ºC)	Temperatur Mold (ºC)	Temperatur Material (ºC)	Kelembapan Udara (%)	Temperatur Udara (ºC)	Hasil
1	8,1	630	63	163	54,7	31	NG
2	8,1	630	62	164	54,7	31	NG
3	8,1	630	63	166	54,7	31	OK
4	8,1	630	64	165	54,7	31	OK
5	8,1	630	63	164	54,7	31	NG



Gambar 4. 3 Grafik Temperatur Material dan *Mold* Waktu Pemanasan 24,5 detik

Tabel 4.3 waktu pemanasan yang digunakan adalah 24,5 detik. Berdasarkan grafik temperatur material dan *mold*, pada lima data sampel produk *foodliner* memliki temperatur material dan *mold* yang berbeda. Temperatur material pada waktu pemanasan 24,5 detik ini berada pada kisaran 163 ºC - 166 ºC, sedangkan

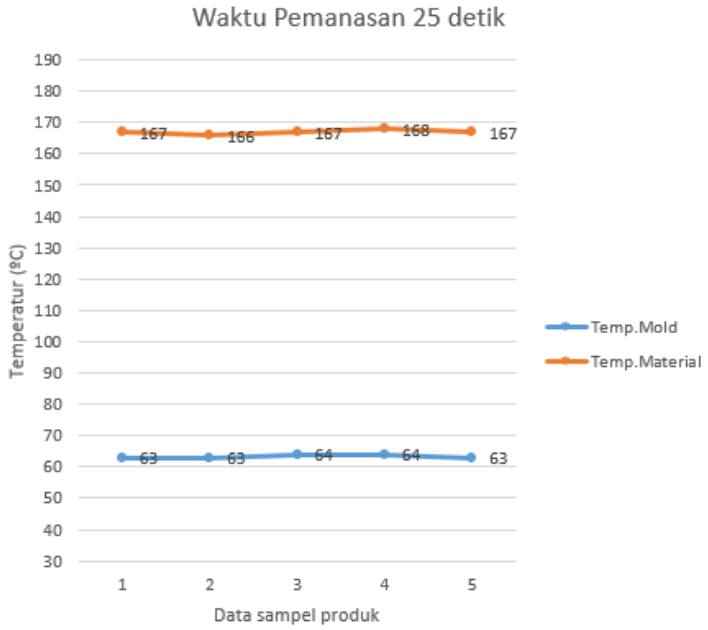
ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANASAN PADA PEMBUATAN FOODLINER MODEL SJ-180 MENGGUNAKAN MESIN VACUUM FORMING
SARMADI Ir. B. Ekotwismo Winarto M.Sc.Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

untuk temperatur *mold* pada waktu pemanasan 24,5 detik ini berada pada kisaran 62ºC - 64ºC. Dari kelima sampel produk *foodliner* waktu pemanasan 24,5 detik ini terdapat tiga produk yang cacat. Tiga cacat produk *foodliner* yang terjadi adalah cacat bentuk profil. Cacat ini terjadi karena temperatur material yang belum maksimal, hal ini menyebabkan saat proses pembentukan berlangsung terutama pada saat proses vakum material menjadi sulit untuk dibentuk karena material sudah tidak elastis lagi sehingga tidak menghasilkan bentuk profil yang baik terutama pada bagian *slider foodliner*.

4.1.4 Pengujian Variasi Pemanasan 25 detik

Tabel 4. 4 Data Pengujian Waktu Pemanasan 25 detik

Material ABS	Waktu Vakum (s)	Temperatur Heater (ºC)	Temperatur Mold (ºC)	Temperatur Material (ºC)	Kelembapan Udara (%)	Temperatur Udara (ºC)	Hasil
1	8,1	630	63	167	54,7	31	OK
2	8,1	630	63	166	54,7	31	OK
3	8,1	630	64	167	54,7	31	OK
4	8,1	630	64	168	54,7	31	OK
5	8,1	630	63	167	54,7	31	OK



Gambar 4. 4 Grafik Temperatur Material dan *Mold* Waktu Pemanasan 25 detik

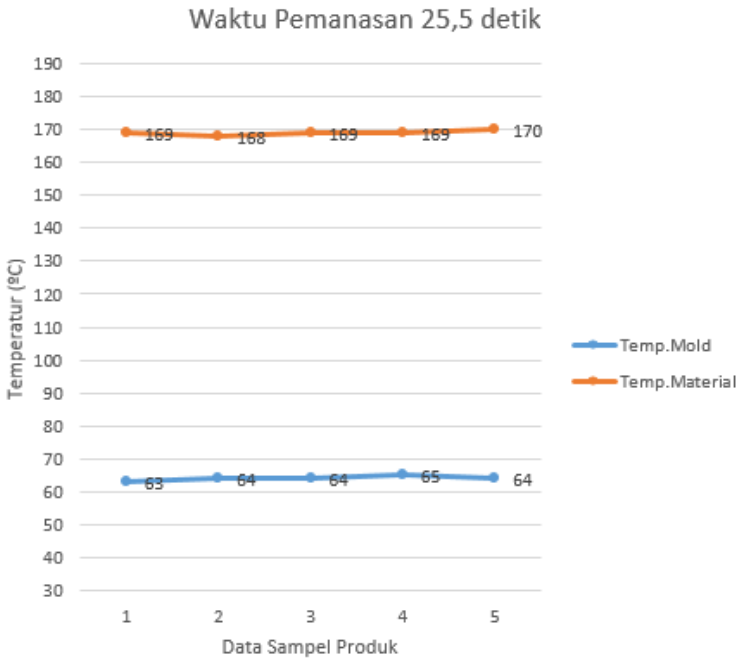
ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANASAN PADA PEMBUATAN FOODLINER MODEL SJ-180 MENGGUNAKAN MESIN VACUUM FORMING
SARMADI Ir. B. Ekotwismo Winarto M.Sc.Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Tabel 4.4 waktu pemanasan yang digunakan adalah 25 detik. Berdasarkan grafik temperatur material dan *mold*, pada lima data sampel produk *foodliner* memliki temperatur material dan *mold* yang berbeda. Temperatur material pada waktu pemanasan 25 detik ini berada pada kisaran 166 ºC - 167 ºC, sedangkan untuk temperatur *mold* pada waktu pemanasan 25 detik ini berada pada kisaran 63ºC – 64ºC. Dari kelima sampel produk *foodliner* waktu pemanasan 25 detik ini tidak terjadi cacat produk *foodliner*.

4.1.5 Pengujian Variasi Pemanasan 25,5 detik

Tabel 4. 5 Data Pengujian Waktu Pemanasan 25,5 detik

Material ABS	Waktu Vakum (s)	Temperatur Heater (ºC)	Temperatur Mold (ºC)	Temperatur Material (ºC)	Kelembapan Udara (%)	Temperatur Udara (ºC)	Hasil
1	8,1	630	63	169	54,7	31	OK
2	8,1	630	64	168	54,7	31	OK
3	8,1	630	64	169	54,7	31	OK
4	8,1	630	65	169	54,7	31	OK
5	8,1	630	64	170	54,7	31	OK



Gambar 4. 5 Grafik Temperatur Material dan *Mold* Waktu Pemanasan 25,5 detik

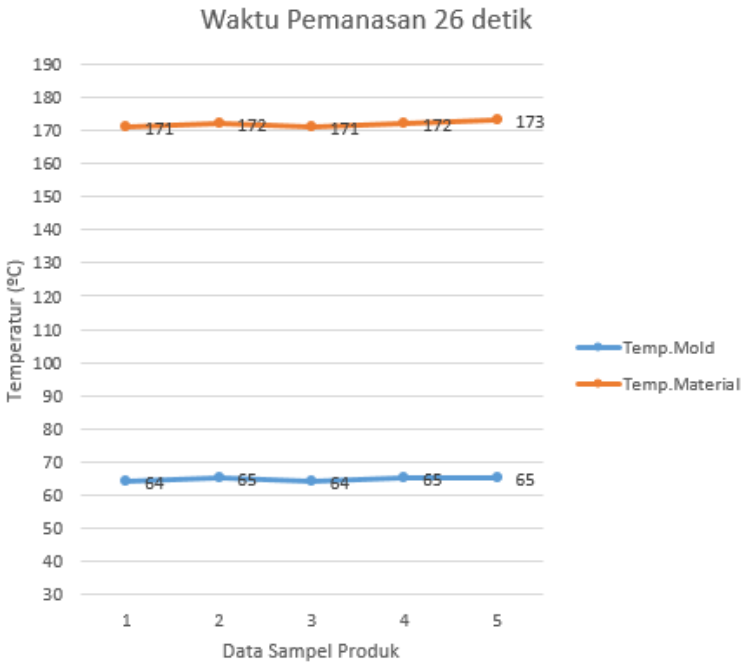
ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANASAN PADA PEMBUATAN FOODLINER MODEL SJ-180 MENGGUNAKAN MESIN VACUUM FORMING
SARMADI Ir. B. Ekoyuismo Winarto M.Sc.Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Tabel 4.5 waktu pemanasan yang digunakan adalah 25,5 detik. Berdasarkan grafik temperatur material dan *mold*, pada lima data sampel produk *foodliner* memliki temperatur material dan *mold* yang berbeda. Temperatur material pada waktu pemanasan 25,5 detik ini berada pada kisaran 168 ºC - 170 ºC, sedangkan untuk temperatur *mold* pada waktu pemanasan 25 detik ini berada pada kisaran 63ºC – 65ºC. Dari kelima sampel produk *foodliner* waktu pemanasan 25,5 detik ini tidak terjadi cacat produk *foodliner*.

4.1.6 Pengujian Variasi Pemanasan 26 detik

Tabel 4. 6 Data Pengujian Waktu Pemanasan 26 detik

Material ABS	Waktu Vakum (s)	Temperatur Heater (ºC)	Temperatur Mold (ºC)	Temperatur Material (ºC)	Kelembapan Udara (%)	Temperatur Udara (ºC)	Hasil
1	8,1	630	64	171	54,7	31	OK
2	8,1	630	65	172	54,7	31	NG
3	8,1	630	64	171	54,7	31	OK
4	8,1	630	65	172	54,7	31	NG
5	8,1	630	65	173	54,7	31	NG



Gambar 4. 6 Grafik Temperatur Material dan *Mold* Waktu Pemanasan 26 detik

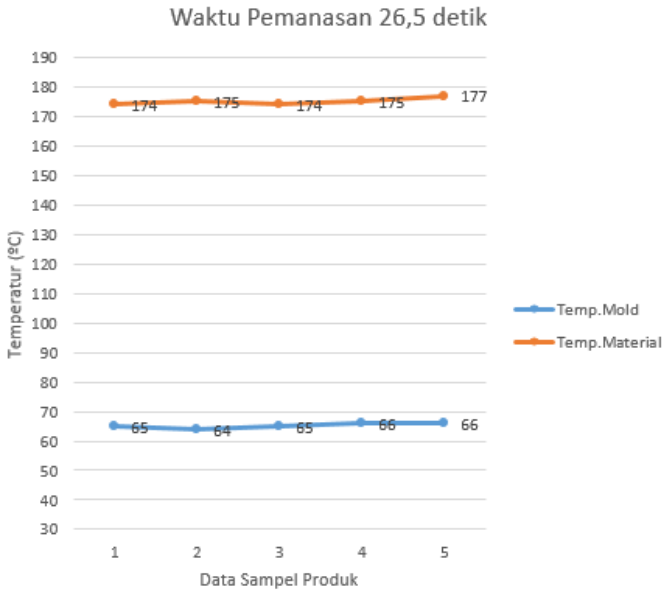
ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANASAN PADA PEMBUATAN FOODLINER MODEL SJ-180 MENGGUNAKAN MESIN VACUUM FORMING
SARMADI Ir. B. Ekoawismo Winarto M.Sc.Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Tabel 4.6 waktu pemanasan yang digunakan adalah 26 detik. Berdasarkan grafik temperatur material dan *mold*, pada lima data sampel produk *foodliner* memliki temperatur material dan *mold* yang berbeda. Temperatur material pada waktu pemanasan 26 detik ini berada pada kisaran 171 ºC - 173 ºC, sedangkan untuk temperatur *mold* pada waktu pemanasan 26 detik ini berada pada kisaran 64ºC – 65ºC. Dari kelima sampel produk *foodliner* waktu pemanasan 26 detik ini terdapat tiga produk yang cacat. Tiga cacat produk *foodliner* yang terjadi adalah cacat tipis. Cacat ini terjadi karena temperatur material yang tinggi, akibatnya beberapa bagian dari produk *foodliner* mengalami penipisan berlebihan.

4.1.7 Pengujian Variasi Pemanasan 26,5 detik

Tabel 4. 7 Data Pengujian Waktu Pemanasan 26,5 detik

Material ABS	Waktu Vakum (s)	Temperatur Heater (ºC)	Temperatur Mold (ºC)	Temperatur Material (ºC)	Kelembapan Udara (%)	Temperatur Udara (ºC)	Hasil
1	8,1	630	65	174	54,7	31	NG
2	8,1	630	64	175	54,7	31	NG
3	8,1	630	65	174	54,7	31	NG
4	8,1	630	66	175	54,7	31	NG
5	8,1	630	66	177	54,7	31	NG



Gambar 4. 7 Grafik Temperatur Material dan *Mold* Waktu Pemanasan 26,5 detik

ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANASAN PADA PEMBUATAN FOODLINER MODEL SJ-180 MENGGUNAKAN MESIN VACUUM FORMING
SARMADI Ir. B. Ekoprisno Winarto M.Sc.Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Tabel 4.7 waktu pemanasan yang digunakan adalah 26,5 detik. Berdasarkan grafik temperatur material dan *mold*, pada lima data sampel produk *foodliner* memliki temperatur material dan *mold* yang berbeda. Temperatur material pada waktu pemanasan 26 detik ini berada pada kisaran 174 ºC - 177 ºC, sedangkan untuk temperatur *mold* pada waktu pemanasan 26 detik ini berada pada kisaran 64ºC – 66ºC. Dari kelima sampel produk *foodliner* waktu pemanasan 26,5 detik ini terdapat lima produk yang cacat. Cacat produk *foodliner* yang terjadi adalah cacat tipis. Cacat ini terjadi karena temperatur material terlalu tinggi, akibatnya beberapa bagian dari produk *foodliner* mengalami penipisan berlebihan.

4.2 Rata-rata Temperatur Material dan *Mold*

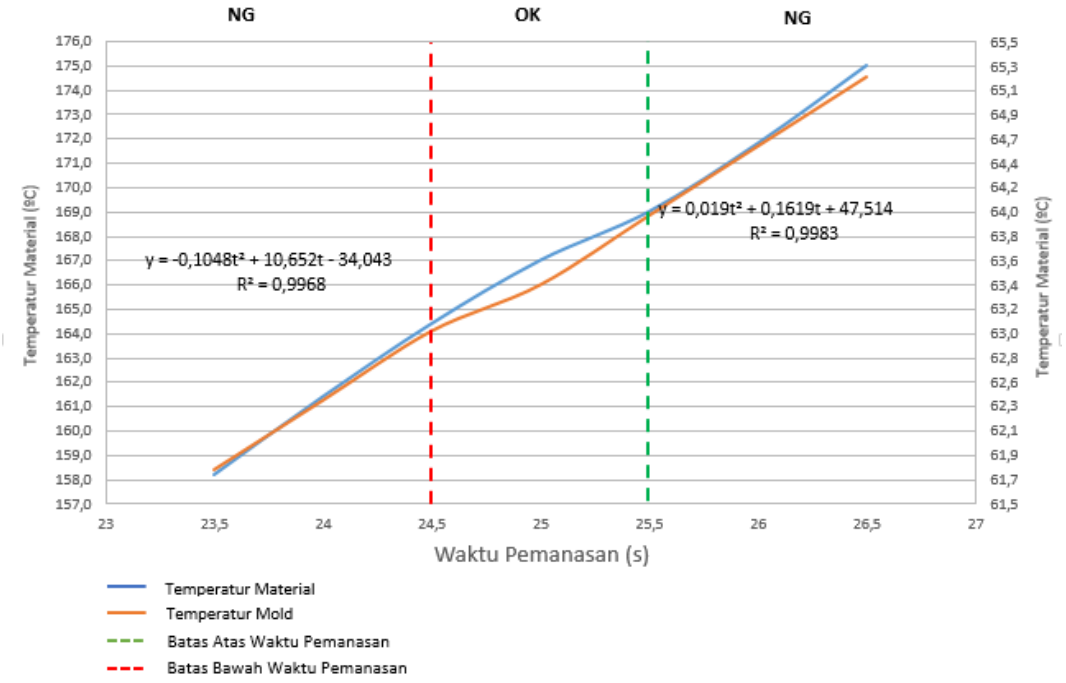
Tabel 4. 8 Rata – rata Temperatur Material dan *Mold*

Waktu Pemanasan (s)	Rata-rata temp.material (ºC)	Rata-rata temp.mold (ºC)	Perbedaan temp.mold dan temp.material (ºC)	Hasil
23,5	158,2	61,8	96,4	NG
24	161,4	62,4	99,0	NG
24,5	164,4	63,0	101,4	NG
25	167,0	63,4	103,6	OK
25,5	169,0	64,0	105,0	OK
26	171,8	64,6	107,2	NG
26,5	175,0	65,2	109,8	NG

Tabel 4.8 adalah temperatur rata – rata dari material dan *mold* dengan variasi pemanasan 23,5 detik, 24 detik, 24,5 detik, 25 detik, 25,5 detik, 26 detik dan 26,5 detik. Berdasarkan data tabel, waktu pemanasan 23,5 detik dengan rata-rata temperatur material 158,2 ºC dan temperatur *mold* 61,8 ºC, waktu pemanasan 24 detik dengan rata-rata temperatur material 161,4 ºC dan temperatur *mold* 62,4 ºC dan waktu pemanasan 24,5 detik dengan rata-rata temperatur material 164,4 ºC dan temperatur *mold* 63,0 ºC menghasilkan produk *foodliner* yang cacat. Namun pada waktu pemanasan 25 detik dengan rata-rata temperatur material 167,0 ºC dan temperatur *mold* 63,4 ºC dan waktu pemanasan 25,5 detik dengan rata-rata temperatur material 169,0 ºC dan temperatur *mold* 64,0 ºC menghasilkan produk *foodliner* yang baik. Sedangkan waktu pemanasan 26 detik dengan rata-rata

ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANASAN PADA PEMBUATAN FOODLINER MODEL SJ-180 MENGGUNAKAN MESIN VACUUM FORMING
SARWADI, Ir. Eko Wismo Winarno, M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

temperatur material 171,8 ºC dan temperatur *mold* 64,6 ºC dan waktu pemanasan 26,5 detik dengan rata-rata temperatur material 175,0 ºC dan temperatur *mold* 65,2 ºC menghasilkan produk *foodliner* yang cacat.



Gambar 4. 8 Grafik Rata-rata Temperatur Material dan *Mold* keseluruhan

Berdasakan grafik rata-rata temperatur material dan *mold* dapat dilihat bahwa dari waktu pemanasan 23,5 detik sampai 26,5 detik mengalami kenaikan temperatur. Temperatur material dan *mold* terendah terjadi pada waktu pemanasan 23,5 detik dengan nilai 158,2 ºC dan 61,8 ºC, sedangkan untuk temperatur material dan *mold* tertinggi berada pada waktu pemanasan 26,5 detik dengan nilai 175,0 ºC dan 65,2 ºC. Hal ini dapat diartikan bahwa semakin lama waktu pemanasan juga akan berpengaruh pada temperatur material dan *mold*. Untuk menghasilkan produk *foodliner* yang baik diperlukan batasan waktu pemanasan. Batas atas atau maksimum waktu pemanasan terdapat pada waktu pemanasan 25,5 detik, sedangkan untuk batas bawah atau minimum waktu pemanasan terdapat pada waktu pemanasan 24,5 detik. Dari grafik termperatur material dan *mold* juga didapatkan persamaan dengan rumus sebagai berikut :

ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANASAN PADA PEMBUATAN FOODLINER MODEL SJ-180 MENGGUNAKAN MESIN VACUUM FORMING
SARMADI, Ir. B. Ekoawismo Winarto, M.Sc.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Karakteristik pemanasan material

$$y = -0{,}1048t^2 + 10{,}652t - 34{,}043$$

$$R^2 = 0{,}9968$$

Keterangan :

y = Temperatur material

t = Waktu pemanasan

R^2 = Kesesuaian persamaan

Karakteristik pemanasan *mold*

$$y = 0{,}019t^2 + 0{,}1619t + 47{,}514$$

$$R^2 = 0{,}9983$$

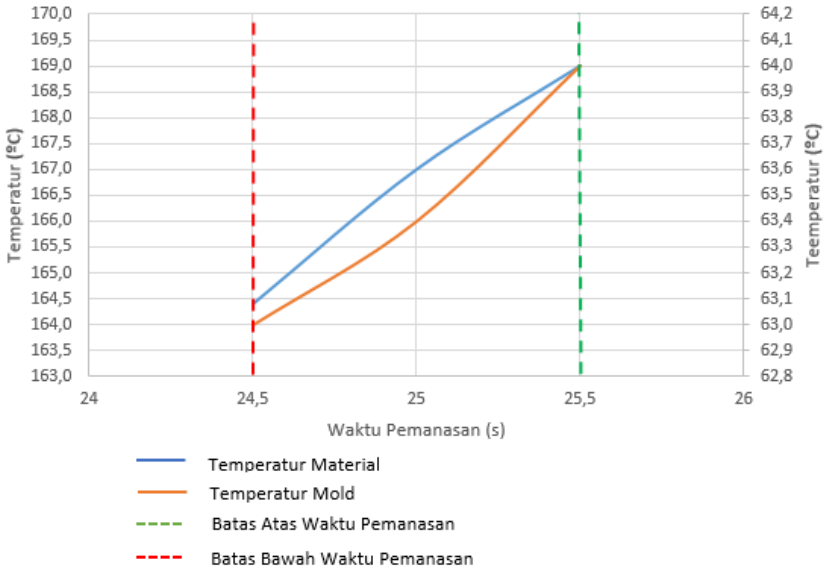
Keterangan :

y = Temperatur *mold*

t = Waktu pemanasan

R^2 = Kesesuaian persamaan

4.3 Pemilihan *Setting* Waktu Pemanasan

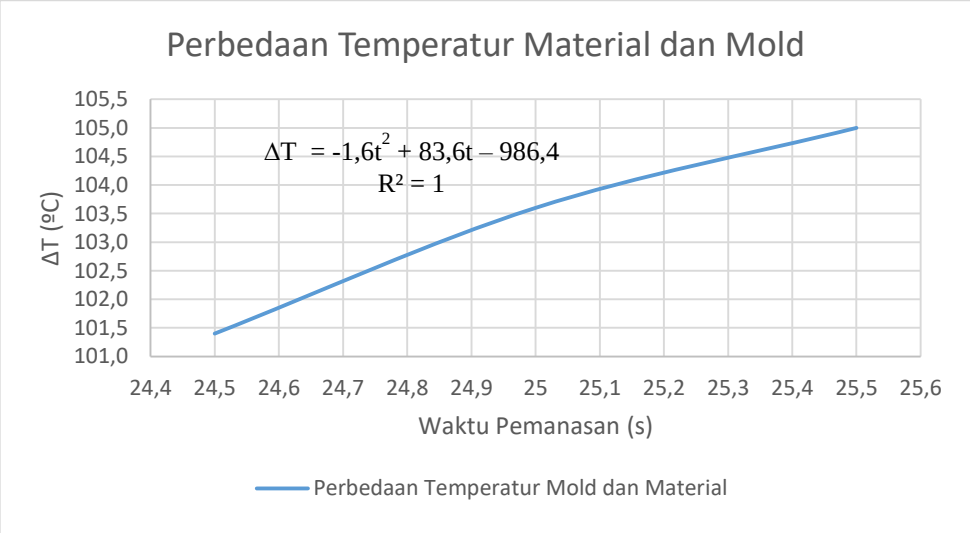


Gambar 4. 9 Grafik rata-rata temperatur material dan *mold* spesifik

ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANASAN PADA PEMBUATAN FOODLINER MODEL SJ-180 MENGGUNAKAN MESIN VACUUM FORMING
SARMADI, Ir. B. Ekoprisno Winarto, M.Sc.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Berdasarkan grafik diatas didapatkan waktu pemanasan yang optimum untuk pembuatan produk *foodliner*. Waktu pemanasan ini diperoleh dari batas waktu pemanasan minimun dan batas waktu pemanasan maksimum , sehingga hasilnya adalah (24,5+25,5) / 2 = 25 detik. 25 detik merupakan waktu pemanasan yang optimum untuk pembuatan produk *foodliner*, dengan rata-rata temperatur material 167,0 ºC dan rata-rata temperatur *mold* 63,4 ºC. Pada pengujian waktu pemanasan 25 detik produk *foodliner* tidak mengalami cacat bentuk profil atau cacat tipis bagian tertentu pada produk *foodliner*.

4.4 Perbedaan Temperatur Material dan *Mold*



Gambar 4. 10 Grafik perbedaan temperatur material dan *mold*

Berdasarkan grafik perbedaan temperatur material dan *mold*, waktu pemanasan 24,5 detik memiliki perbedaan temperatur material dan *mold* yaitu 101,4 ºC, waktu pemanasan 25 detik memiliki perbedaan temperatur material dan *mold* yaitu 103,6 ºC dan untuk waktu pemanasan 25,5 detik memiliki perbedaan temperatur material dan mold yaitu 105,0 ºC. Rata-rata perbedaan temperatur material dan *mold* yaitu 103,3 ºC, nilai rata-rata perbedaan temperatur dan *mold* yang paling mendekati terjadi pada waktu pemanasan 25 detik. Dari grafik perbedaan termperatur material dan *mold* juga didapatkan persamaan dengan rumus sebagai berikut :

ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANASAN PADA PEMBUATAN FOODLINER MODEL SJ-180 MENGGUNAKAN MESIN VACUUM FORMING
SARMADI Ir. B. Ekoawismo Winarto M.Sc.Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Karakteristik pebedaan temperatur antara material dan *mold*

$$\Delta T = -1{,}6t^2 + 83{,}6t - 986{,}4$$
$$R^2 = 1$$

Keterangan :

ΔT = Perbedaan temperatur material dan *mold*

t = Waktu pemanasan

R^2 = Kesesuaian persamaan

4.5 Cacat Yang Terjadi

Terdapat 2 jenis cacat yang terjadi pada dalam proses percobaan pembuatan produk *foodliner* antara lain :

4.5.1 Cacat Bentuk Profil

Cacat bentuk profil adalah salah satu jenis cacat yang terjadi pada saat pembuatan produk *foodliner*. Cacat bentuk profil ini biasanya terjadi saat proses pemvakuman berlangsung. Hal ini terjadi karena pada saat pemvakuman material yang sudah dipanaskan mengalami penurunan temperatur, sehingga saat proses vakum berlangsung membuat material akan sulit terdeformasi dan menyebabkan bentuk profil menjadi tidak sempurna. Cacat ini harus dihindari karena cacat ini akan mengganggu ketika proses *assembly* komponen lemari es. Cacat bentuk profil terjadi pada waktu pemansan yang kurang, seperti waktu pemanasan 23,5 detik, 24 detik dan 24,5 detik. Sedangkan untuk waktu pemanasan 25 detik, 25,5 detik, 26 detik dan 26,5 detik tidak terjadi cacat bentuk profil



(a) (b)

Gambar 4. 11 Cacat bentuk profil pada *foodliner*

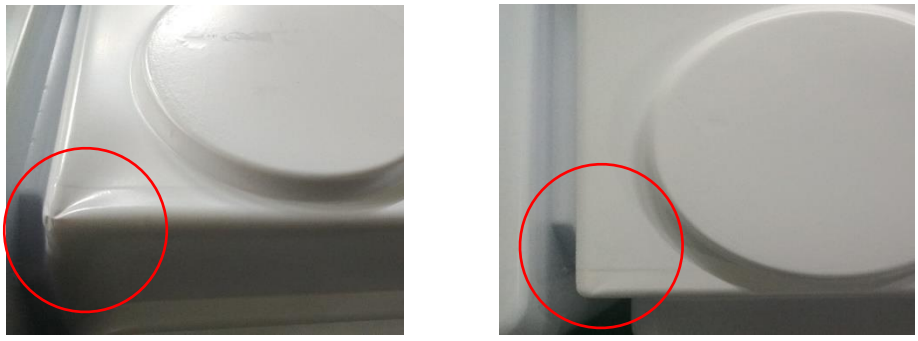
ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANASAN PADA PEMBUATAN FOODLINER MODEL SJ-180 MENGGUNAKAN MESIN VACUUM FORMING
SARMADI, Ir. B. Ekoto Wismo Winarto, M.Sc.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/



Gambar 4. 12 Bentuk profil yang baik

4.5.2 Cacat Tipis

Proses pembuatan *foodliner* biasanya terjadi proses penipisan material. Bagian yang paling sering mengalami penipisan adalah pada profil *slider* serta bagian pojok dari *foodliner*. *Foodliner* yang mengalami penipisan berlebih terjadi pada waktu pemanasan 26 detik dan 26,5 detik. Sedangkan untuk waktu pemanasan 23,5 detik , 24 detik, 24,5 detik, 25 detik dan 25,5 detik tidak mengalami penipisan material yang berlebih. Waktu pemanasan yang berlebih membuat material ini mengalami panas yang berlebihan, panas yang berlebih ini membuat material mengalami penipisan akibat material yang mudah terdeformasi. Material yang dipanaskan dengan waktu berlebihan akan akan mengalami temperatur yang tinggi dan akan mendekati titik leleh sehingga material bergerak ke bawah akibat dari gaya grafitasi yang ada. Akibatnya material tersebut mengalami penipisan pada bagian tertentu sebelum proses pembentukan berlangsung. Cacat penipisan ini biasanya dicegah dengan mengatur temperatur pemanasan yang waktu yang tepat.



(a) (b)

Gambar 4. 13 Kondisi cacat tipis (a) dan kondisi yang baik (b)

ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANASAN PADA PEMBUATAN FOODLINER MODEL SJ-180 MENGGUNAKAN MESIN VACUUM FORMING
SARMADI, Ir. F. Eko Wismo Winarto,M.Sc.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengujian yang sudah dilakukan pada pembuatan *foodliner* menggunakan mesin *vacumm forming* dengan variasi waktu pemanasan 23,5 detik, 24 detik, 24,5 detik, 25 detik, 25,5 detik, 26 detik, dan 26,5 detik dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Batas waktu pemanasan *foodliner* yang baik adalah 24,5 detik < t < 25,5 detik dengan batas minimum temperatur material yaitu 164,4 ºC dan batas maksimum temperatur material yaitu 169,0 ºC dengan material yang digunakan ialah jenis material plastik ABS (*Acrylonitrile Butadiene Styrene).* Sedangkan batas minimum temperatur *mold* yaitu 63,0 ºC dan batas maksimum temperatur *mold* yaitu 64 ºC dengan jenis *mold* yang digunakan adalah aluminium (Al)
2. Waktu pemanasan yang paling optimal yaitu pada waktu pemanasan 25 detik dengan rata-rata temperatur material adalah 167,0 ºC dan rata-rata temperatur *mold* adalah 63,4 ºC.
3. Terdapat dua jenis cacat yang ditemukan ada hasil cetakan *foodliner* dengan 7 variasi pemanasan yaitu cacat bentuk profil yang tidak sempurna dan cacat tipis. Cacat bentuk profil ini terjadi pada waktu pemanasan 23,5 detik , 24 detik dan 24,5 detik. Sedangkan untuk cacat tipis terjadi pada waktu pemanasaan 26 detik dan 26,5 detik

5.2 Saran

Setelah dilakukan penelitian maka penulis dapat merumuskan beberapa saran, yaitu :

1. Perlu dilakukan pengujian pembuatan *foodliner* menggunakan mesin *vacuum forming* dengan memvariasikan parameter lain seperti waktu pemvakuman, waktu pendinginan untuk mengetahui jenis cacat yang terjadi dan pengaruh parameter waktu pemvakuman dan waktu pendinginan pada pembuatan *foodliner*.

ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANASAN PADA PEMBUATAN FOODLINER MODEL SJ-180 MENGGUNAKAN MESIN VACUUM FORMING
SARMADI, Ir. F. Eko Wismo Winarto,M.Sc.,Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

2. Sebaiknya pada mesin *vacuum forming* untuk pembuatan *foodliner* diberi sistem tambahan yaitu ketika temperatur material dan *mold* belum mencapai batas temperatur yang sesuai maka material tidak bisa lanjut ke proses berikutnya.
3. Sebaiknya pada mesin *vacuum forming* untuk pembuatan *foodliner* ditambahkan indikator temperatur material dan temperatur *mold* supaya operator produksi mengetahui temperatur material dan *mold* untuk mengurangi cacat *foodliner*.

ANALISA PENGARUH WAKTU PEMANASAN PADA PEMBUATAN FOODLINER MODEL SJ-180 MENGGUNAKAN MESIN VACUUM FORMING
SARMADI, Ir. F. Eko Wismo Winarto,M.Sc.,Ph.D.
Daftar Pustaka
Universitas Gadjah Mada, 2020 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR PUSTAKA

Anonim, 2013, *Operating Manual*: *Vacuum Forming M/C. Korea: Shinhyo.*

Ebewele, Robert. O., 2000. *Polymer Science and Technology*. New York: CRC Press.

Goodship, Vannessa., 2004. ARBUG *Practical Guide to Injection Moulding*. Rapra Technology Limited and ARBURG Limited, Shawbury, Shrewsbury, Shropshire, SY4 4NR, UK.

Groover, M.P, 2010, *Fundamental Of Modern Manufacturing: Materials, Processes and Systems, 4th edition*. New York: John Wiley and Sons.