

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Sebelum melakukan proses perancangan, pembuatan dan pengujian, tentunya harus diawali dengan melakukan pendekatan pemecahan masalah. Pendekatan pemecahan masalah tersebut merupakan dasar yang dijadikan acuan dalam melakukan proses Rancang Bangun *Vacuum Forming* Untuk Material Plastik Jenis Pat Bertekanan 10 kPa. Dengan kata lain pendekatan pemecahan masalah merupakan dasar teori yang didapat dari beberapa sumber yang berisi bahasan yang berkaitan dan dapat dijadikan pemecah masalah.

#### **2.1 Vacuum Forming**

*Vacuum forming* adalah proses dimana lembaran thermoplastic diletakkan di atas cetakan, yang kemudian dipanaskan sampai kondisinya menjadi lunak, yang kemudian di *vacuum* sehingga plastik tadi terbentuk sesuai yang diinginkan (Kleespies III & Crawford, 1998). *Vacuum forming* ini dapat merubah plastik dalam bentuk lembaran menjadi plastik yang mempunyai bentuk geometri. Lembaran plastik ini mempunyai range ketebalan dari 0,025 mm sampai 0,6 mm. Proses dari *vacuum forming* ini adalah *clamping, pre-stretch, heating, vacuum, cooling and release, finishing*.

Material yang baik digunakan dalam proses *vacuum* disebut *polystyrene, ABS, PVC, acrylic, polycarbonate, polypropylene* dan *high and low density polyethylene*. Saat ini, plastik yang bermacam – macam bentuk dan warnanya sudah dipergunakan secara luas. Salah satu proses *thermoforming* yang baru saja dikembangkan adalah pengkristalan PET dengan temperature yang tinggi, sebagai contoh pada rak oven. Lembaran PET dibuat dari bentuk yang tak beraturan dan PET ini diperbolehkan untuk dilakukan kristalisasi sebelum dilakukan *thermoforming*. Kekakuan dari hasil cetakan itu dicapai dengan cara meningkatkan temperatur.

### 2.1.1. Spesifikasi Alat *Vacuum Forming*

a. Kotak Pemanas

Kotak pemanas pada mesin ini digunakan untuk memanaskan plastik yang akan dibentuk sebelum dilakukan proses pencetakan. Kotak ini berukuran panjang 340 mm, lebar 300 mm, dan tinggi 210 mm. Didalam kotak ini terdapat 3 batang *heater* yang dirangkai paralel dengan daya 300 watt sebagai elemen pemanas dan sebuah thermostat sebagai pengatur suhu.

b. *Vacuum Cleaner*

Pada penelitian ini menggunakan empat variasi tekanan vakum yang diperoleh dari memvariasikan bukaan katup dari vacuum cleaner. Dan diperoleh tekanan masing-masing untuk bukaan katup  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{3}{4}$ , dan bukaan penuh adalah 0,979 bar, 0,959 bar, 0,929 bar dan 0,909 bar. Vacuum cleaner ini mempunyai spesifikasi berdaya 900 watt, 220 volt.

c. *Heater*

Heater ini merupakan elemen pemanas yang ada pada kotak pemanas dan sebagai sumber panas dari kotak pemanas tersebut. Heater ini berdaya 300 watt, 220 volt.

d. *Thermostat*

Thermostat berfungsi sebagai pengatur suhu yang akan disetting sesuai kebutuhan yang diperlukan. Thermostat ini dapat diatur dari mulai suhu 50 derajat sampai 300 derajat dengan variasi kenaikan setiap 10 derajat.

e. Penjepit Plastik

Penjepit plastik pada mesin ini digunakan untuk menjepit plastik yang akan di bentuk ke mold atau cetakan.

### 2.1.2 Langkah Proses

- a. Plastik yang sudah diukur dan dipotong sesuai dengan ukuran cetakan tersebut, dapat diletakkan di atas cetakan
- b. Mesin dijalankan. Frame bagian atas menempel pada bagian bawah, dan proses pemanasan dengan menggunakan oven mulai dijalankan. Mesin juga mengontrol

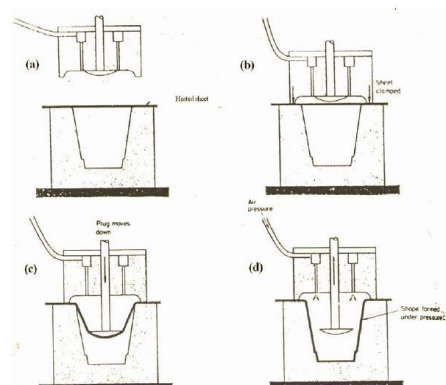
pemanasan frame berdasarkan waktu dan temperatur plastik. Setelah plat menjadi panas, oven kembali ke posisi awal.

- c. Setelah oven kembali ke posisi awal, mesin ini melakukan proses pre-blow.
- d. Mould dan countermould mulai diaktifkan. Mesin ini mengaktifkan kedua mould tersebut dan mengontrol kedalaman mould.
- e. Countermould kembali ke posisi awal, kemudian vacuum dijalankan.
- f. Setelah beberapa waktu proses *vacuum*, mesin ini mengaktifkan pendingin. Waktu pendinginan dapat diatur juga.
- g. Pada saat proses pendinginan dijalankan, mekanisme pelepasan produk diaktifkan kemudian moulds bergerak turun dan frame terbuka.
- h. Operator memindahkan plastik yang sudah dibentuk tersebut dari mesin supravac.

## 2.2 Pressure Forming

Pressure forming adalah proses dimana lembaran plastik yang dipanaskan pada cetakan, kemudian diberikan tekanan udara pada bagian atas lembaran plastik yang dipanaskan (Crawford,1987). Keuntungan dari proses ini adalah dengan tekanan yang tinggi dapat dengan mudah untuk membentuk lembaran plastik, dengan cara kerja pressure forming ini, juga dapat digunakan untuk proses pembentukan yang lain.

Sistem ini diilustrasikan pada gambar 2.1. Pada gambar tersebut dimulai dengan meletakkan plastik di atas cetakan (gambar a), kemudian plastik itu dijepit dengan frame bagian atas (gambar b). Setelah dijepit, plug tersebut bergerak turun, menekan plastik (gambar c), plug ini juga berfungsi sama seperti vacuum forming, yaitu untuk mengukur kedalaman cetakan. Pada tahap akhir, pada kondisi plug yang sama seperti gambar c, juga dihembuskan air pressure dari frame bagian atas, sehingga lembaran plastik tersebut menempel pada cetakan dan terbentuk sesuai cetakan. Pada saat ini pressure forming dapat digunakan sebagai alternatif untuk injection moulding seperti machine housings.



Gambar 2.1. *Pressure Forming Process* [2]

## 2.3 Plastik

Plastik secara umum dibagi menjadi 2 kategori, yaitu :

### 1. Thermoplastik

Klasifikasi dari thermoplastik meningkat sangat cepat sampai pada tahun 2007 ini. Klasifikasinya ditentukan berdasarkan struktur dari masing – masing plastik tersebut.

Jenis – jenis thermoplastik:

- a. *Polyethylene (PE)*
- b. *Polypropylene (PP)*
- c. *Polystyrene (PS)*
- d. *Impact Polystyrene (IPS)*
- e. *SAN (Styrene / Acrylonitrile copolymer)*
- f. *Polyvinyl Chloride (PVC)*
- g. *Poly(vinylidene chloride) (PVDC)*
- h. *Poly(methyl methacrylate) (PMMA)*
- i. *ABS (acrylonitrile Butadiene and Styrenemonomers)*
- j. *PET ( Polyethylene terephthalate)*

### 2. Thermosets

Thermosets umumnya mempunyai daya kestabilan dimensi yang tinggi dibanding dengan thermoplastik, tetapi mempunyai struktur yang mudah rusak, dan biayannya pun mahal. Jenis – jenis thermosets :







- a. *Phenol-formaldehyde*
- b. *Amino resins*
- c. *Polyesters*
- d. *Epoxy*
- e. *Polyimides*
- f. *Polyurethanes*
- g. *silicones*

## 2.4 PET ( Polyethylene terephthalate)

PET ( *Polyethylene terephthalate*) dibentuk dari proses kondensasi polimer dari dimethyl terephthalate dan *ethylene glycol*. PET adalah polimer kristal yang

mempertunjukkan modulus yang tinggi, kekuatan yang tinggi, titik cair yang tinggi, dapat dipakai untuk peralatan elektronik yang bagus dan penghambat yang baik dari cairan (Crawford,1987). Adapun kode polimer dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

**Tabel 2.1. Polymer codes [3]**

Table 1. MAJOR PLASTIC RESINS AND THEIR USES			
Resin Code	Resin Name	Uses	Recycled Products
	Polyethylene Terephthalate (PET or PETE)	Plastic soft drink bottles, mouthwash bottles, peanut butter and salad dressing containers	Liquid soap bottles, strapping, fiberfill for winter coats, surfboards, paint brushes, fuzz on tennis balls, soft drink bottles, film, egg cartons, skis, carpets, boats
	High Density Polyethylene (HDPE)	Milk, water and juice containers, grocery bags, toys, liquid detergent bottles	Flower pots, drain pipes, signs, stadium seats, trash cans, recycling bins, traffic-barrier cones, golf bag liners, detergent bottles, toys
	Polyvinyl Chloride (V)	Clear food packaging, shampoo bottles	Floor mats, pipes, hose, mud flaps
	Low Density Polyethylene (LDPE)	Bread bags, frozen food bags, grocery bags	Garbage can liners, grocery bags, multipurpose bags
	Polypropylene (PP)	Ketchup bottles, yogurt containers and margarine tubs, medicine bottles	Manhole steps, paint buckets, videocassette storage cases, ice scrapers, fast-food trays, lawn mower wheels, automobile battery parts
	Polystyrene (PS)	Videocassette cases, compact disc jackets, coffee cups, knives, spoons, and forks, cafeteria trays, grocery store meat trays and fast-food sandwich containers	License plate holders, golf course and septic tank drainage systems, desk top accessories, hanging files, food service trays, flower pots, trash cans, videocassettes

Beberapa keunggulan dari PET antara lain sifatnya yang mudah dibentuk, ringan, kuat, tahan karat, sebagai isolator listrik yang baik dan memiliki nilai ekonomis yang tinggi (Ghani,dkk 2014). Dalam pemilihan PET ini, selain dapat digunakan dan aman untuk bahan makanan, juga didasarkan pada biaya bahan mentah plastik ini sangatlah murah. Bentuk umum dari PET yang banyak dijumpai adalah dalam bentuk plastic sheets. Dalam hal investasi barang jadi, plastik PET ini sangatlah ekonomis, karena persediaan barang jadi pada biaya operasi lebih rendah 30% dibandingkan dengan proses pembentukan awal plastic PET ini ([www.rapidopack.com](http://www.rapidopack.com)).

**Tabel 2.2. Properti penting dari *Polyethylene Terephthalate* (PET)**

<b>Property</b>	<b>PMMA</b>
Densitas (mg/m <sup>3</sup> )	1,18-1,19
Tensile modulus (Gpa)	3,10
Tensile strength (MPa)	72
Elongation at break (%)	5
Notched Izod (kJ/m	0,4
Heat deflection temperature at 1,81 MPa (°C)	96
Continuous service temperature (°C)	88
Haedness (Rockwell)	M90-M100
Linear thermal expansion (10 <sup>-5</sup> mm/mm-K)	6,3
Linear mold shrinkage (in/in)	0,002 – 0,008