

## Modifikasi Rancang Bangun *Vacuum Forming* Menggunakan Alat *Power Window*

Aufa Azuma Maulida<sup>1\*</sup>, Reksa Adzanta Sati<sup>2</sup>, Muslimin<sup>1</sup>, Noor Hidayati<sup>1</sup>, dan  
Ifa Saidatuningtiyas<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Diploma III Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

---

### Abstrak

Thermoforming merupakan metode pembentukan lembaran plastik melalui proses pemanasan dan pembentukan dengan proses vacuum. Mesin Vacuum forming merupakan mesin yang menggunakan metode thermoforming dalam membentuk plastik. Mesin ini membuat produk dari bahan dasar plastik menjadi berbagai bentuk sesuai yang diinginkan. Mesin vacuum forming ini dimodifikasi karena pada rancangan sebelumnya terdapat kekurangan pada mekanisme penggerak dan pemanasnya. Pada rancangan ini, mekanisme penggeraknya diganti dari katrol dan tali menjadi *power window*, yaitu alat yang digunakan untuk menggerakkan kaca pada mobil dan menambahkan kuningan pada heater sehingga pemanasan pada plastik lebih merata. Pembuatan desain menggunakan aplikasi *Solidworks 2020*. Sistem gerak menggunakan *power window*, sedangkan pemanas menggunakan tembaga yang dilapisi dengan kuningan dengan dimensi 427 mm x 377 mm dan tebal 2 mm. *Temperature* yang diperlukan untuk memanaskan plastik hingga lunak kurang lebih 200 °C dengan waktu selama 4 menit, dihisap dengan tekanan kurang lebih 0.02 MPa dengan waktu pendinginan selama 1 menit.

*Kata-kata kunci: Vacuum Forming, Power window, Thermoforming, Heater*

### Abstract

*Thermoforming is a method of forming plastic sheets through a heating process and forming with a vacuum process. Vacuum forming machine is a machine that uses the thermoforming method in forming plastic. This machine makes products from plastic base materials into various shapes as desired. This vacuum forming machine was modified because in the previous design there were shortcomings in the driving and heating mechanisms. In this design, the driving mechanism is changed from pulleys and ropes to a power window, which is a tool used to move the glass in the car and add brass to the heater so that the heating of the plastic is more evenly distributed. The design uses the Solidworks 2020 application. The motion system uses a power window, while the heater uses copper coated with brass with dimensions of 427 mm x 377 mm and a thickness of 2 mm. The temperature required to heat the plastic until soft is approximately 200 C with a time of 4 minutes, sucked at a pressure of approximately 0.02 MPa with a cooling time of 1 minute.*

*Keywords: Vacuum Forming, Power window, Thermoforming, Heater*

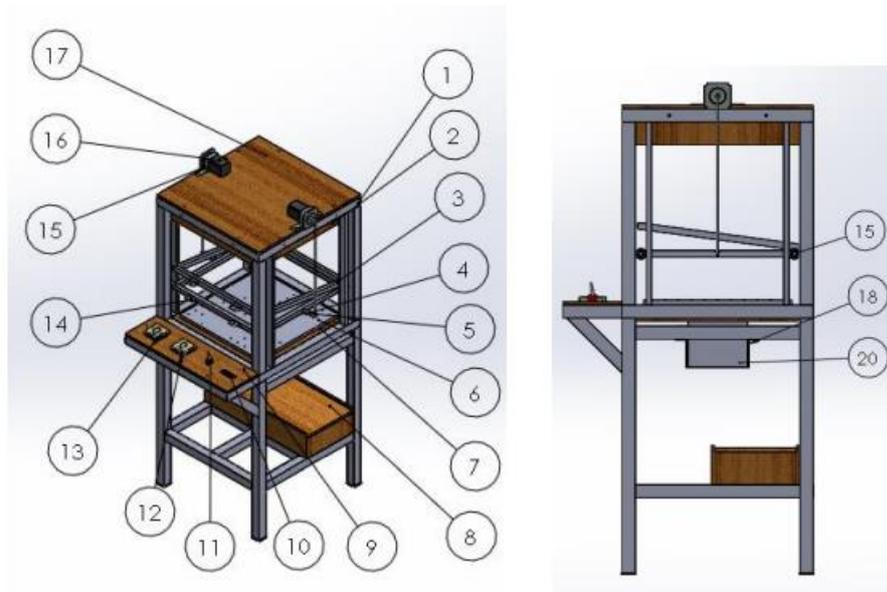
---

\* Corresponding author E-mail address: muslimin@mesin.pnj.ac.id

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Thermoforming adalah proses pembentukan dimana lembaran plastic yang sudah mengalami proses pemanasan berubah strukturnya menjadi lunak dan lentur, yang kemudian dikenai tekanan yang sesuai bentuk cetaknya. Vacuum forming menggunakan metode thermoforming untuk membentuk plastic. Penelitian sebelumnya dilakukan oleh Fahmi Haidi dan Daffa Adli Munandar mencoba merancang mesin vacuum forming dengan menggunakan sistem penggerak dari motor yang diikat dengan sebuah tali dan menggunakan heater berbentuk alur. Kekurangan dari mesin sebelumnya adalah penggunaan mekanisme tali dan katrol pada penggerak pengecam plastik dan alur heater yang menyebabkan proses pemanasan terjadi secara tidak merata, dua hal ini yang membuat mesin dinilai kurang baik dalam proses pemanasan dan pencetakan. Dalam rancangan ini, peneliti memodifikasi proses mekanisme naik turun dengan menggunakan sistem motor *power window*. Sistem *power window* umumnya digunakan pada kendaraan roda empat yang menggunakan motor dan regulator yang terhubung oleh trafo *power supply* sebagai arus listrik yang besar., sehingga masa waktu pakai alat ini akan jauh lebih panjang dibandingkan dengan alat sebelumnya, sedangkan untuk heater akan dibuat persegi agar transfer panas yang terjadi dari heater ke plastik terjadi secara merata.



Gambar 1. Mesin Vacuum Forming Sebelumnya.

### 1.2 Tujuan Penelitian

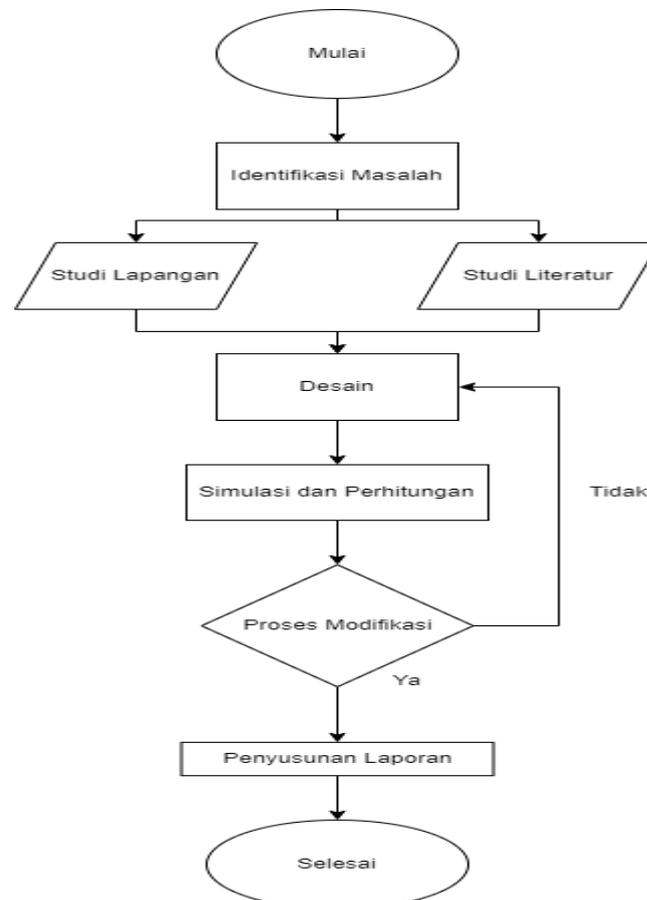
Tujuan dari penelitian yang modifikasi rancang bangun *vacuum forming* dengan menggunakan *Power window* adalah :

1. Melakukan modifikasi terhadap rancangan Vacuum Forming sebelumnya.
2. Dapat mengganti mekanisme penggerak pengecam plastik dengan menggunakan motor *power window*.
3. Mengetahui kelebihan dari penambahan pada heater.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Diagram Alir Rancang Bangun

Metodologi rancang bangun dalam penelitian ini dijelaskan dalam diagram alir seperti berikut ini :



Gambar 2. Diagram Alir

### 2.2 Penjelasan Metode Penelitian

Peneliti mengawali awal penelitian pada tahapan identifikasi masalah, ini ditujukan untuk menemukan masalah yang terjadi dan mencari solusi dari masalah tersebut. Masalah yang terjadi pada *vacuum forming* ini ada pada mekanisme penggerak naik turun pada pengecam plastik yang menggunakan motor dan katrol. Penggunaan tali pada sistem naik turun menggunakan motor dan tali dinilai kurang efektif, dikarenakan tali tersebut rentan putus. Dalam perancangan mesin *vacuum forming* ini, mekanisme naik dan turun pengecam plastik diganti menjadi menggunakan sistem power window pada mobil.

Setelah menemukan masalah, selanjutnya mengumpulkan data-data yang ditujukan untuk penyelesaian masalah pada mesin tersebut, yakni dengan menggunakan studi lapangan pada modifikasi *vacuum forming* menggunakan mekanisme sistem power window. Peneliti juga menggunakan studi literatur untuk mengumpulkan informasi yang berhubungan dengan masalah dari *vacuum forming*. Sumber-sumber yang menjadi informasi didapat dari berbagai sumber, seperti buku, jurnal, hasil penelitian yang ada di internet.

Lalu peneliti mulai mendesain *vacuum forming* yang menggunakan mekanisme power window agar dapat menaikkan dan menurunkan pengecam plastik ke titik batas saat dilakukan pemanasan plastik, dan menurunkan tempat plastik tepat di meja vacuum serta penambahan kuningan pada bagian heater agar transfer panas terjadi secara merata. Desain dimulai dengan menentukan panjang dari *power window*, menentukan letak pemasangan power window dan penambahan kuningan pada heater.

Perhitungan dan pembuatan yang peneliti lakukan dengan mengukur panjang rangka dari meja *vacuum* hingga ke batas ketinggian, jarak lubang baut pada power window, pembuatan bracket untuk power window, pemotongan rangka, dan pengeboran.

### 2.3 Persamaan yang Digunakan Pada Modifikasi Rancang Bangun

Peneliti menggunakan beberapa persamaan dalam memodifikasi rancang bangun pada *vacuum forming*.

#### 2.3.1 Menghitung putaran mesin gerinda

$$n = \frac{v \cdot 1000}{\pi \cdot d}$$

dimana,

n	= putaran mesin (rpm)
v	= kecepatan potong mesin (m/menit)
d	= diameter lubang (mm)
1000	= konversi meter ke milimeter

#### 2.3.2 Menghitung waktu pengeboran

$$T_m = \frac{L}{f \cdot n}$$

dimana,

T <sub>m</sub>	= Waktu pengeboran (menit)
L	= Jarak pemakanan dari mata bor
L	= 1 + 0.3 · d
d	= diameter mata bor
n	= putaran mesin (rpm)
f	= pemakanan bor (mm/menit)

#### 2.3.3 Daya proses pengeboran

$$P = u \cdot MRR$$

dimana,

P	= Daya Pengeboran (Watt)
u	= Spesific Energy (Watt.s/mm <sup>3</sup> )
MRR	= Material Removal Rate (mm <sup>3</sup> /min)

#### 2.3.4 Perhitungan waktu penggerindaan

$$T_m = \frac{2 \times L \times B \times i}{v \times 1000 \times s} \text{ (menit)}$$

Dimana,

L	= Panjang Penggerindaan (mm)
i	= Jumlah Pemakanan
v	= Kecepatan Gerak Meja (m/menit)
b	= Tebal Benda Kerja (mm)
B	= Tebal Penggerindaan/B = b (mm)
S	= Pemakanan Menyamping (mm/langkah)

### 2.3.5 menghitung putaran mesin bor

$$n = \frac{v \cdot 1000}{\pi \cdot d}$$

dimana,

n	= putaran mesin (rpm)
v	= kecepatan potong mesin (m/menit)
d	= diameter lubang (mm)
1000	= konversi meter ke milimeter

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Rancangan Modifikasi Vacuum Forming dengan Power Window

Pada rancangan vacuum forming yang menggunakan mekanisme power window ini, digunakan rangka mesin yang sudah ada dari mesin sebelumnya. Pada rancangan ini, modifikasi yang dilakukan adalah mengganti alat untuk menggerakkan tempat plastik, menambahkan kuningan pada heater, memberikan corong untuk vacuum modifikasi pada rangka, dan penambahan beberapa komponen pada mesin vacuum forming. Hasil dari modifikasi rancangan dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3. Hasil Modifikasi Mesin

Mesin vacuum forming menggunakan sistem power window lebih baik dibandingkan penelitian sebelumnya karena penelitian sebelumnya menggunakan motor dan tali yang menyebabkan pencekam plastik tidak rata dan kurang menekan saat proses pencetakan. Penambahan kuningan pada heater memberikan hasil pemanasan yang lebih baik dibandingkan penelitian sebelumnya, karena heater pada mesin sebelumnya membetuk alur pipa yang menyebabkan transfer panas dari heater ke plastik terjadi secara tidak merata.

### 3.2 Perhitungan yang terjadi pada mesin vacuum forming

Pada mesin vacuum forming ini, dilakukan perhitungan pada proses modifikasi dan fabrikasi. Perhitungan yang dilakukan antara lain :

## 3.2.1 Perhitungan proses penggerindaan pada mesin vacuum forming

$$n = \frac{v \cdot 1000}{\pi \cdot d}$$

Karena ingin mencari waktu penggerindaan, maka dibutuhkan kecepatan putar (n) untuk mencari waktu penggerindaan (Tm) dengan rumus :

$$Tm = \frac{2 \times L \times B \times i}{v \times 1000 \times s} \text{ (menit)}$$

## 3.2.2 Menghitung proses pengeboran pada mesin vacuum forming

$$n = \frac{v \cdot 1000}{\pi \cdot d}$$

Karena ingin mencari tau waktu pengeboran, maka dibutuhkan putaran mesin (n) untuk mencari waktu pengeboran. Setelah didapat putaran mesin (n), waktu pengeboran dapat dihitung dengan rumus :

$$Tm = \frac{L}{f \cdot n}$$

## 4. KESIMPULAN

Setelah melakukan modifikasi rancang bangun *vacuum forming* ini, dapat disimpulkan bahwa :

1. Rancangan mesin vacuum forming menggunakan mekanisme *power window* dinilai cukup baik, karena dapat menggerakkan tempat plastik dengan sempurna dan tidak mudah bergerak jika terkena goyangan.
2. Penambahan kuningin pada heater dinilai baik pada saat melakukan proses pemanasan. Pemanasan yang terjadi lebih merata dibandingkan dengan heater sebelumnya.
3. Waktu agar plastik melunak lebih lama dibandingkan mesin sebelumnya.

## REFERENSI

1. Fahmi Haidi & Daffa Adli Munandar, Rancang Bangun Mesin Vacuum Forming, 2018
2. Jim Throne, Applied plastics Engineering Handbook, 2017.
3. Suparmi, Pengembangan Media Pembelajaran IPA Education Card Berbasis *Sains-Edutainment*, 2013
4. PT. Formindo, Vacuum Forming, ... , [https://dewey.petra.ac.id/repository/jiunkpe/jiunkpe/s1/mesn/2007/jiunkpe-ns-s1-2007-24402028-9544-plastic\\_tray-chapter2.pdf](https://dewey.petra.ac.id/repository/jiunkpe/jiunkpe/s1/mesn/2007/jiunkpe-ns-s1-2007-24402028-9544-plastic_tray-chapter2.pdf), 28 July 2022
5. A. Sumpena, Diktat Teknik Mesin Perkakas. Depok: Politeknik Negeri Jakarta, 2014.
6. J.P Holman, *Heat Transfer Tenth Edition*, 2010.
7. Nanang Roby Sulistiyo, Penerapan Alat Peraga Sistem *Power Window* Berbasis *Light Emitting Diode* Untuk Meningkatkan Pemahaman Pada Kompetensi Memahami Sistem *Power Window*, 2016