

RANCANG BANGUN ALAT CETAK PLASTIK VAKUM UNTUK MENURUNKAN PROSENTASE CACAT PRODUK DI LABORATORIUM METROLOGI DAN CETAK PLASTIK

M. Showi N.U.¹⁾, Sri Harmanto²⁾, Aryo Satito³⁾, Padang Yanuar⁴⁾, Abdul Hamid⁵⁾, M. Fatih Iyadul. J.⁶⁾

^{1),2),6)}Program Studi D3 Teknik Mesn, ^{3),4)}Program Studi Sarjana Terapan TMPP, Jurusan Teknik Mesin
Politeknik Negeri Semarang

Jl. Prof. Sudarto, Tembalang, Kec. Tembalang, Kota Semarang, Jawa Tengah 50275

⁵⁾Program Studi D4 Teknologi Rekayasa Manufaktur Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Banyuwangi
Jalan Raya Jember No.KM13, Labanasem, Kec. Kabat, Kabupaten Banyuwangi, Jawa Timur 68461

*showy_ulum@polines.ac.id

Abstrak

Vacuum Forming is process packaging in industrial, wich one deformation of plastic and formed on mold with difference preassure. In food and drinking industrial show positive progress and make bigger contribution for economic grow in Indonesia. At this moment Vacuum Forming industrial in Indonesia is just owned big industrial wich have good purchasing power tools in range hundreds of million to billions of rupiah. Metrologi dan Cetak Plastik laboratory in Teknik Mesin Politeknik Negeri Semarang one of the topics is Vacuum Forming. Equipment Used is very simple, many time try and erors needed for have good product without any defects by way temperature variable, pressure, warm-up time and forging. The most difficult is warm-up process where must tu set the hight temperature waring and gap between the material and the heater. The purpose of the research is to know the influence of warming temperatures, time of warming, thick of plastic and pressure on the quality, The result of this research the best variable is time for warm-up 135 second, time of forging 40 second. Ticknes variable is 0,5 mm, 0,3 mm and 0,25mm, the best ticknes of plastic is 0,25 mm.

Keywords: industrial; quality; setting; vacuum forming.

1. Pendahuluan

Plastik merupakan material yang saat ini banyak digunakan dalam peralatan dan pembungkus produk. Plastik ini memiliki berat molekul tinggi juga dikenal dengan *polymer*. *Polymer* merupakan gabungan molekul yang sama dan berulang terikat secara rapi [1]. Plastik ini bisa di klasifikasikan dengan banyak cara, misalnya berdasarkan struktur kimia, proses sintesis, densitas atau properti yang lain. Salah satu metode pembentukan plastik yang biasa digunakan ialah *thermoforming*. *Thermoforming* merupakan proses yang pertama digunakan pada industri plastik untuk membentuk lembaran selulosan nitrat pada pertengahan tahun 1800 [6].

Mesin *vacuum forming* merupakan mesin yang menggunakan metode *thermoforming* dalam proses pembentukan lembaran plastik menjadi suatu produk. Mesin ini cocok digunakan dalam kegiatan praktikum mahasiswa Politeknik Negeri Semarang Jurusan Teknik Mesin karena membutuhkan tekanan yang rendah yaitu kurang dari - 14 [Psi] dan tidak memerlukan peralatan yang banyak seperti kebanyakan proses pembentukan plastik lain sehingga tidak membutuhkan biaya yang besar [2]. Salah satu jenis yang cocok digunakan sebagai alat praktik mahasiswa yaitu jenis Ezform Lv 1827 karena dapat menghilangkan banyak udara dengan cepat dan menutup secara otomatis saat pompa vacuum tidak menghisap lembaran plastik [3].

Mahasiswa D3 Teknik Mesin Politeknik Negeri Semarang melaksanakan Praktikum Pengujian Bahan dan Metrologi dimana salah satu job praktikumnya yaitu tentang *Vacuum Forming*. Berdasarkan observasi di laboratorium pengujian 2 bahan Politeknik Negeri Semarang salah satu job praktikum yaitu tentang cetak plastik dengan sistem *vacuum forming*. Alat-alat pendukung praktikum *vacuum forming* di laboratorium bahan sudah ada peralatannya, akan tetapi peralatan yang dimiliki masih manual, menggunakan peralatan yang terpisah yang mengakibatkan hasil produk menjadi kurang maksimal.

Dengan adanya sebuah inovasi, maka akan menciptakan mesin cetak plastik dengan sistem teknologi *vacuum forming* otomatis diharapkan hasil produk yang dihasilkan menjadi maksimal sesuai bentuk benda kerjanya. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka peneliti memberikan inovasi pada mesin cetak plastik dengan sistem teknologi *vacuum forming* otomatis menggunakan sistem kontrol otomatis pada *heater* dan *clamp* yang akan kami rancang guna meringankan dan mengoptimalkan hasil praktikan mahasiswa pada mata pelajaran Praktikum Pengujian Bahan dan Metrologi di Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Semarang.

Dengan menggunakan peralatan praktikum yang masih tergolong sederhana ini maka harus dilakukan percobaan

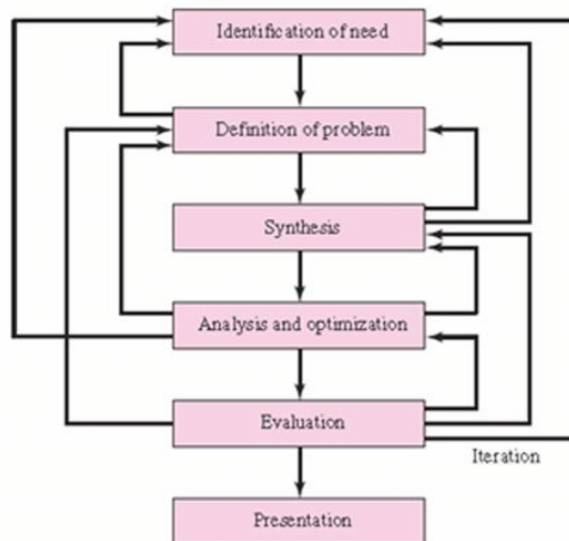
berkali-kali untuk memperoleh produk yang baik tanpa ada cacat dengan cara memvariabelkan temperatur, tekanan/vakum, dan waktu pemanasan dan pembentukan. Yang paling sulit dilakukan adalah pada proses pemanasan, di mana harus mengatur tingginya temperatur pemanasan dan jarak antara bahan lembaran plastik dan *heater*[4]. Selain itu *heater* harus digerak-gerakan agar pemanasan lembaran plastik merata. Bila *heater* terlalu jauh maka bahan lembaran plastik tidak bisa lunak, namun bila *heater* terlalu dekat maka bahan lembaran plastik akan sobek. Panas yang tidak merata juga menyebabkan ketebalan yang tidak merata di beberapa tempat setelah produk jadi. Bahkan di bagian tertentu produk akan sobek.

2. Material dan Metodologi

Sebagai alternatif untuk mempermudah dalam pelaksanaan pembelajaran dibuat mesin cetak plastik dengan sistem teknologi vacuum forming otomatis sederhana yang diharapkan hasil produk yang dihasilkan menjadi maksimal sesuai bentuk benda kerjanya [5].

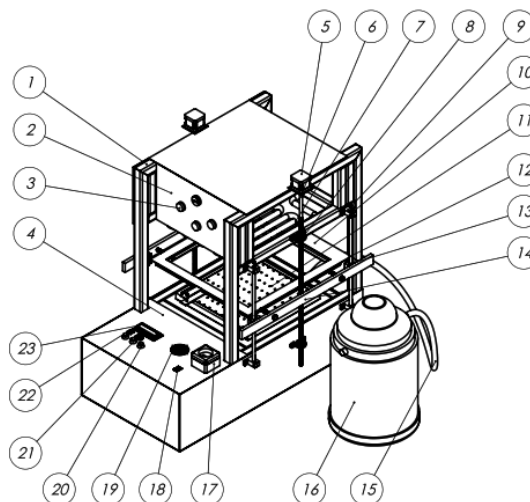
Peralatan yang digunakan adalah mesin vacuum forming yang dibuat dalam perancangan, kompresor dan alat vacuum untuk mendukung kerja mesin, dengan bahan yang digunakan adalah Plastik Polivinil Klorida (PVC) dengan ketebalan bervariasi, yaitu 5 mm, 3 mm dan 2,5 mm.

Metode yang digunakan dalam perancangan dan pembuatan mesin Cetak Plastik Dengan Sistem Teknologi Vacuum Forming ini adalah dengan menggunakan metode proses perancangan Shigley-Mitchell pada gambar 1 berikut ini:



Gambar 1. Diagram Tahapan Perancangan

Berikutnya adalah alternatif pemilihan disain, untuk mendapatkan disain yang terbaik dan termurah menggunakan beberapa alternatif disain, ada 3 alternatif disain yang diberikan, dari ketiga alternatif telah dipilih satu alternatif disain yang terbaik, yaitu alternatif disain yang ketiga, yang ditunjukkan pada gambar 2 di berikut:



Gambar 2. Mesin Vacuum Forging

Keterangan:

- | | | |
|---------------------|----------------------|-----------------------|
| 1. Rangka | 9. SK8 Shaft Bracket | 17. Stopkontak |
| 2. Bodi atas | 10. Penjepit Plastik | 18. Switch Button |
| 3. Lampu indicator | 11. Plat Vacuum | 19. Fan |
| 4. Bodi bawah | 12. Support Shaft | 20. Push Button |
| 5. Motor stepper | 13. SC8UU | 21. Buzzer |
| 6. Lead screw | 14. Dudukan SC8UU | 22. Arduino Uno R3 |
| 7. Heater | 15. Selang Vacuum | 23. LCD Display + L2c |
| 8. Pillow Block P08 | 16. Vacuum | |

Pengoperasian mesin cetak plastik vacuum forming ini meliputi persiapan vacuum, heater dan pengecekan seluruh bagian mesin sehingga mesin dapat beroperasi dengan maksimal.

1. Lembaran plastik dijepit pada clamp
2. Tekan tombol ON/OFF mesin cetak plastik vacuum forming.
3. Sambungkan kabel listrik pompa vacuum dengan stop kontak di dalam mesin.
4. Material plastik pada clamp dipanaskan oleh heater hingga temperature glass transition.
5. Clamp diturunkan hingga lembaran plastik menutupi mold.
6. Terjadi proses pembentukan dengan bantuan gaya hisap dari pompa vacuum.
7. Lembaran plastik yang telah terbentuk dapat dilepas dari clamp dan dipotong untuk mendapatkan bentuk yang diinginkan.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil pengujian antara suhu pemanasan dengan waktu pemanasan dan waktu pencetakan didapat hasil pada tabel 3.1 berikut ini:

Tabel 3.1 Hasil Pengujian Suhu

Parameter pengujian	Pengujian				
	1	2	3	4	5
Suhu Pemanasan ($^{\circ}\text{C}$)	216	216	216	216	216
Waktu Pemanasan (s)	90	105	120	130	135
Waktu Pencetakan (s)	20	20	25	30	40
Hasil Produk	Jelek	Jelek	Cukup Baik	Baik	Sangat Baik

Sedangkan untuk pengujian antara suhu pemanasan dengan waktu pemanasan, waktu pencetakan, dan tebal plastik didapat hasil seperti pada tabel 3.2. berikut ini:

Tabel 3.2 Hasil Pengujian Tebal Plat

Parameter pengujian	Pengujian		
	1	2	3
Suhu Pemanasan ($^{\circ}\text{C}$)	216	216	216
Waktu Pemanasan (s)	90	120	120
Tebal Plat (mm)	0,5	0,3	0,25
Hasil Produk	Jelek	baik	Sangat Baik

Pembahasan:

Pada Pengujian suhu 216°C disetiap tahapan pengujian mendapat hasil.

1. Pemanasan dengan waktu pemanasan 90 detik dan waktu pencetakan 20 detik mendapat hasil benda yang tidak terbentuk sesuai dengan bendanya. Jadi tidak bisa di gunakan pada parameter tersebut.

2. Pemanasan dengan waktu pemanasan 105 detik dan waktu pencetakan 20 detik mendapat hasil benda yang sudah mulai terbentuk tetapi kurang sempurna. Jadi tidak bisa di gunakan pada parameter tersebut.
3. Pemanasan dengan waktu pemanasan 120 detik dan waktu pencetakan 25 detik mendapat hasil benda yang sudah terbentuk tetapi kurang sempurna. Jadi tidak bisa di gunakan pada parameter tersebut.
4. Pemanasan dengan waktu pemanasan 130 detik dan waktu pencetakan 30 detik mendapat hasil benda yang sudah terbentuk sempurna tetapi cetakan palstik belum bisa masuk ke dalam rongga benda. Jadi tidak bisa di gunakan pada parameter tersebut.
5. Pemanasan dengan waktu pemanasan 135 detik dan waktu pencetakan 35 detik mendapat hasil benda yang sudah terbentuk sempurna dan cetakan palstik sudah bisa masuk ke dalam rongga benda. Jadi parameter ini adalah parameter yang terbaik.

Pada pengujian suhu 216⁰C disetiap tahap pengujian dengan variabel waktu pemanasan dan tebal plat adalah sebagai berikut:

1. Untuk waktu pemanasan 90 detik dan tebal plastik 0,5 mm mendapat hasil benda yang sesuai tetapi masih ada gelembung di pojok-pojok cetakan
2. Untuk waktu pemanasan 120 detik dan tebal plastik 0,3 mm mendapat hasil benda yang sesuai namun masih ada gelembung tetapi tidak sebanyak pada percobaan (1).
3. Untuk waktu pemanasan 120 detik dan tebal plastik 0,25 mm mendapat hasil benda yang sesuai dan sempurnaa gelembung yang ada juga sangat sedikit,hannya satu sampai dua gelembung.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil rancang bangun mesin cetak plastik dengan sistem teknologi vacuum forming, dan beberapa pengujian maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Parameter saat pencetakan yang digunakan addalah suhu pemanasan 216⁰C dengan waktu pemanasan 135 detik dan waktu pencetakan 35 detik mendapat hasil yang terbaik.
2. Tebal plastik yang disarankkan adalah 0,25 mm dengan suhu pemanasan 216⁰C dan waktu pemanasan 120 detik.
3. Cara kerja Mesin Cetak Plastik dengan sistem teknologi Vacuum Forming yang akan dirancang hanya dapat menggunakan lembaran plastik Polivinil Klorida (PVC) sebagai bahan baku produk.
4. Langkah perancangan mesin ini dilakukan dengan mengacu pada kebutuhan laboratorium teknik mesin Politeknik Negeri Semarang, sehingga alat ini dapat di pergunakan dengan baik oleh mahasiswa Politeknik Negeri Semarang.

Daftar Pustaka

- [1] Arief, M., & Muslimin, M. (2019, October). *Rancang Bangun Mesin Compression Molding untuk Material Biokomposit Bagian 2: Mold Pencetak Produk Biokomposit*. In Seminar Nasional Teknik Mesin (Vol. 9, No. 1, pp. 734- 742).
- [2] CROSS, N. (2008). *Engineering Design Methods: Strategies for Product Design* (Paperback).
- [3] Haryanto, A. (2015). *Perpindahan panas*.
- [4] Khurmi, R. S., & Gupta, J. K. (2005). *A textbook of machine design*. S. Chand publishing.
- [5] Muhammad, G. R. (2021). *Pengaruh Sudut Kemiringan dan Diameter Pipa Isap Terhadap Daya Angkat Air* (Doctoral dissertation), Universitas 17 Agustus1945 Surabaya). Shigley Joseph E, dkk. 1985. Perencanaan Teknik Mesin. Edisi Keempat Jilid 1. Jakarta: Erlangga.
- [6] Munandar, D. A., Haidi, F., & Muslimin. (2018). *Rancang Bangun Mesin Vacuum Forming*. Seminar Nasional Teknik Mesin POLITEKNIK NEGERIJAKARTA (pp. 484-493). Jakarta: POLITEKNIK NEGERI JAKARTA. ISSN 2085-2762.
- [7] Nusyirwan, *Rekayasa mesin thermoforming vaccum*, J. Ilm. Poli Rekayasa, vol.2, 2007.
- [8] P. W. Klein, *Fundamentals of Plastics Thermoforming*. Synthesis Lectures on Materials Engineering, 2009.