

Analisa Pengaruh Variasi Tekanan Dan Temperatur Terhadap Penyimpangan Volume Pembentukan *Polyethylene Terephthalate* Pada Proses Vacuum Forming Dengan Metode Taguchi

A. D. Pratama¹, M. F. Akbar², M. A. Wicaksono³, A. B. Wicaksono⁴
¹Teknik Mesin S-1, Institut Teknologi Nasional Malang, Kota Malang, Indonesia
Email: arga.dali12@gmail.com

ABSTRAK

Perkembangan teknologi di Indonesia yang semakin tinggi mempengaruhi tingginya permintaan berbagai produk oleh konsumen terutama pada produk berbahan plastik. Salah satunya plastik *polyethylene terephthalate* (PET) Karena plastik jenis ini memiliki sifat Thermoplastic kepaparan udara dan tahan terhadap zat kimia. Proses pengerjaannya salah satunya dengan proses Vacuum Forming. metode pembentukan lembaran plastik melalui proses pemanasan dalam ruang rongga cetakan yang kemudian menjadi lunak dan membentuk sesuai dengan cetakan yang dikehendaki. Terdapat beberapa parameter yang dapat digunakan untuk menentukan kualitas hasil cetakan dari plastik pada proses vacuum forming diantaranya, jenis plastik dan ketebalan plastik, temperatur pemanasan dan tekanan vacuum yang digunakan. Dari pemaparan diatas, penulis ingin melakukan penelitian dengan melakukan pencetakan dengan variasi tekanan -0,5 cmHg, -1 cmHg dan -1,5 cmHg dan variasi temperatur 40°C, 45°C, dan 50°C dengan material berbasah dasar plastik *polyethylene terephthalate* (PET) berukuran 50 cm x 50 cm dengan ketebalan 0,5 mm, 1,0 mm, dan 1,5 mm. Hasil penelitian yang menghasilkan nilai penyimpangan penyimpangan volume terkecil menggunakan Small Is Better pada variasi tekanan -1,5 cmHg dan temperatur 50°C yaitu 403934.28 mm³ dari nilai dimensi volume molding sebesar 400000.00 mm³. Jadi persentase penyimpangan terhadap molding sebesar 0.98357%.

Keywords Vacuum Forming, *Polyethylene Terephthalate*, Temperatur, Tekanan
Paper type Research paper

PENDAHULUAN

Pada saat ini penggunaan plastik tidak bisa terlepas dari kehidupan sehari-hari, mulai dari peralatan makan, botol minuman, mainan, hingga pembungkus suatu produk. Plastik memiliki keunggulan yaitu mudah dibentuk, ringan, kuat, tahan karat dan sebagai isolator listrik yang baik. Selain itu beberapa plastik bersifat transparan, dengan itu berguna untuk penggunaan plastik sebagai bahan pembungkus suatu produk, karena dengan pembungkus yang transparan dan mempunyai bentuk menyerupai produk yang dibungkus seperti pada gambar berikut:



Gambar 1. Contoh Produk Vacuum Forming

Dengan proses yang sederhana dan dapat digunakan dalam pembentukan suatu produk dengan berbagai macam jenis material, salah satunya adalah plastik *polyethylene terephthalate* (PET) yang memiliki sifat Thermoplastic. Pada saat plastik telah banyak digunakan untuk menggantikan perlengkapan manusia yang terbuat dari bahan logam, gelas dan kayu yang dibuat dengan proses thermoforming. Proses thermoforming adalah metode pembentukan material plastik yang paling banyak digunakan dalam dunia industri. Metode thermoforming yang sering digunakan yaitu vacuum forming, metode ini dilakukan dengan memberikan perlakuan panas pada plastik hingga plastik menjadi plastis dan lunak (tidak mencapai titik leleh) kemudian ditekan dan dibentuk pada cetakan sesuai yang dikehendaki dengan memberikan tekanan vakum (Ghani Dkk., 2014).

Terdapat beberapa parameter yang bisa digunakan untuk menentukan kualitas hasil cetakan dari plastik pada proses vacuum forming diantaranya, jenis plastik dan ketebalan plastik, temperatur pemanasan dan tekanan vacuum yang digunakan. Berdasarkan kondisi dan pemaparan diatas, penulis memiliki ide untuk berinovasi merancang mesin vacuum forming dan melakukan proses pembentukan produk dengan mesin vacuum forming agar mendapatkan efektifitas yang dapat digunakan untuk menciptakan produk pada tekanan dan temperatur yang terbaik. Oleh karena itu penulis mengambil penelitian yang berjudul : **Analisa Variasi Tekanan Dan Temperatur Terhadap Penyimpangan Pembentukan Polyethylene terephthalate Pada Proses Vacuum Forming Dengan Metode Taguchi.**

TEORI

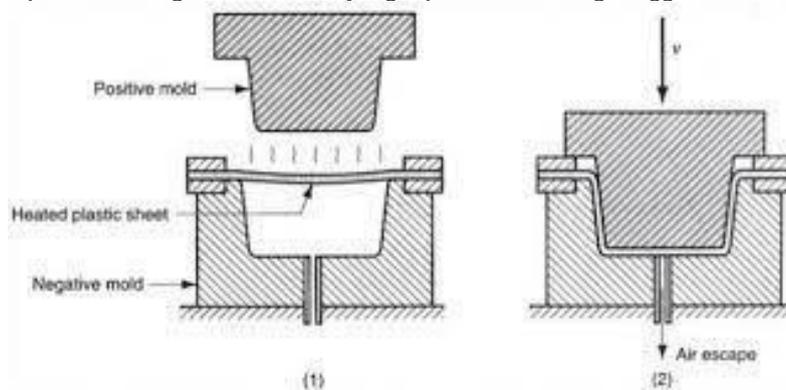
A. Thermoforming

(Irwansyah et al., 2017). Thermoforming merupakan suatu metode pembentukan lembaran plastik yang sering digunakan, dimulai dengan memanaskan dan kemudian membentuk lembaran plastik untuk mendapatkan hasil dari bentuk yang diinginkan, proses ini banyak digunakan dalam pembentukan kemasan produk plastik.

Mekanisme thermoforming secara sederhana terbagi atas beberapa metode pembentukan lembaran plastik mulai dari vacuum forming, pressure forming dan mechanical forming untuk mendapatkan hasil yang diinginkan.

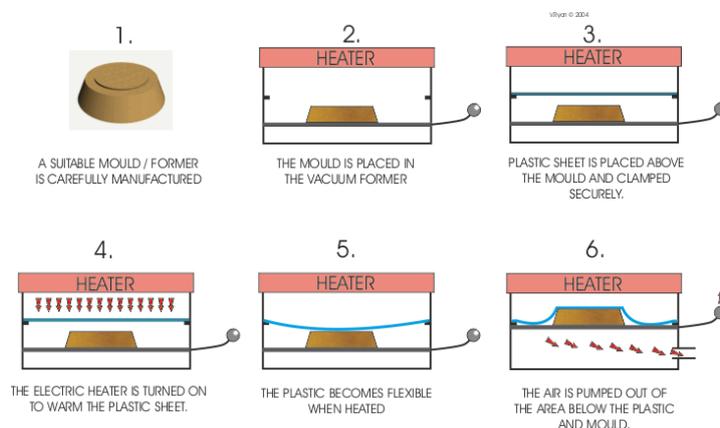
B. Vacuum Forming

Menurut Cahyadi dan Lanta. (2018). Proses ini dilakukan dengan cara melibatkan pembentukan lembaran termoplastik yang telah dipanaskan dengan cara vakum yang diproduksi diruang rongga cetakan vakum.



Gambar 2. Proses vacuum forming

Langkah atau tahapan dalam pembuatan kemasan produk sebuah mangkuk dengan metode vacuum forming sebagai berikut, proses ini lembaran plastik yang dipanaskan kemudian dibentuk sesuai dengan cetaknya dengan bantuan tekanan vakum. Proses pembentukannya dipengaruhi oleh parameter seperti: temperatur pemanasan, jenis dan ketebalan plastik dan tekanan vakum. (Febriyanto,2017):



Gambar 3. Proses vacuum forming

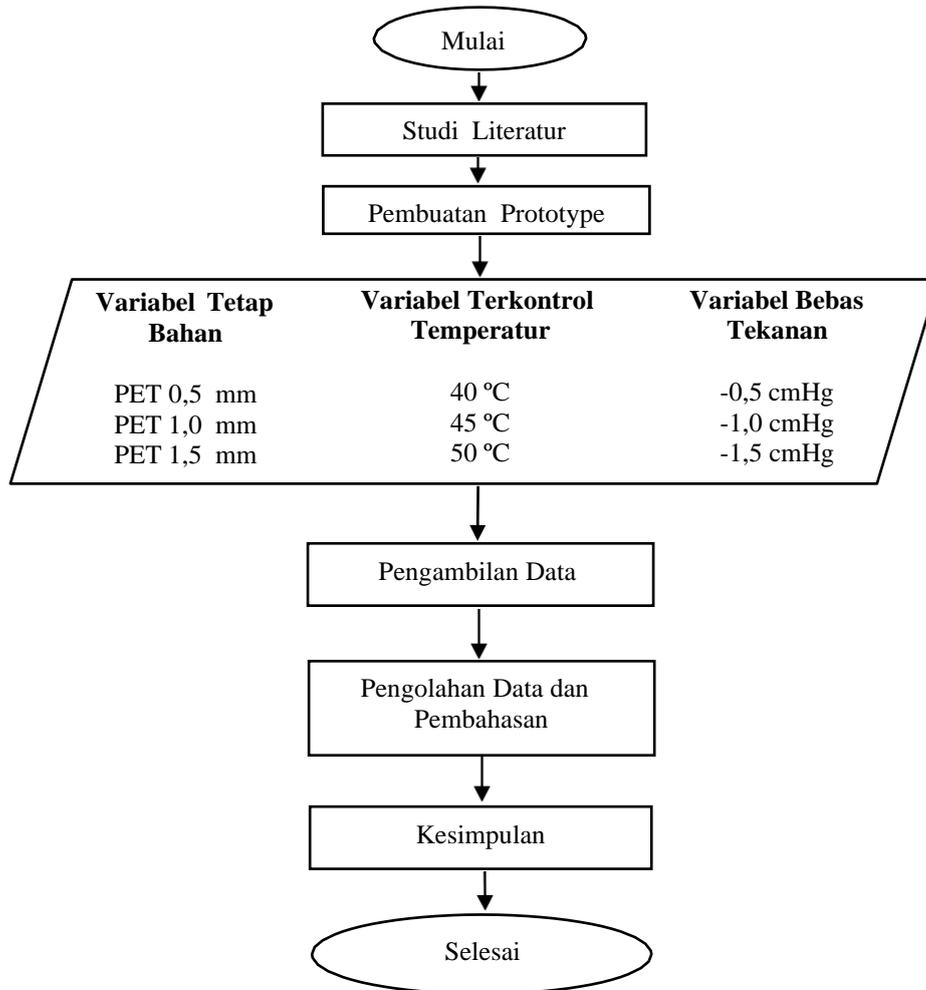
Analisa Pengaruh Variasi Tekanan Dan Temperatur Terhadap Penyimpangan Volume Pembentukan Polyethylene Terephthalate Pada Proses Vacuum Forming Dengan Metode Taguchi

C. Metode Taguchi

Metode Taguchi adalah usaha untuk meningkatkan kualitas yang berfokus pada rancangan produk dan proses. Sasaran metode tersebut adalah menjadikan produk tidak sensitif terhadap variabel gangguan, yang disebut sebagai *robust design*. Metode ini digunakan dalam proses rekayasa dan peningkatan kualitas melalui cara desain eksperimen untuk menemukan penyebab utama yang dominan memengaruhi karakteristik kualitas dalam proses, sehingga variabel kualitas dapat dikendalikan. Dengan metode ini menghasilkan kombinasi terbaik antara unit produk dan unit proses pada tingkat keseragaman yang tinggi untuk mencapai karakteristik kualitas terbaik (Halimah, Ekawati, 2020)

METODE PENELITIAN

A. Diagram alir



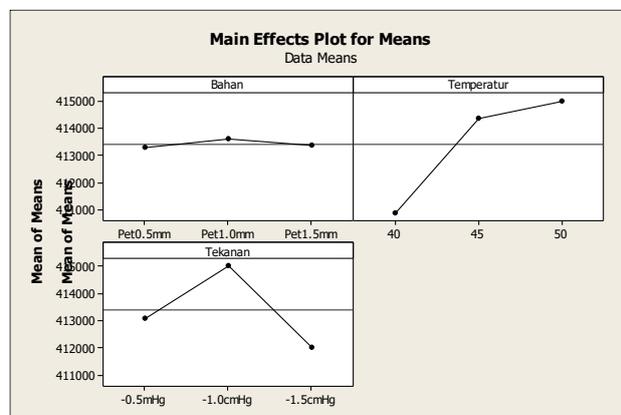
Dengan menentukan topik dan tema penelitian yang akan digunakan dalam penyusunan laporan. Selanjutnya dengan mencari literatur atau referensi yang digunakan sebagai pendukung dalam memperkuat data hasil penelitian serta sebagai pembandingan dengan penelitian sebelumnya. Kemudian melakukan persiapan spesimen benda uji dan alat yang akan digunakan dalam penelitian. Dan yang terakhir yaitu pengolahan data hasil pengujian yang telah dilakukan sehingga menghasilkan suatu hasil pengujian yang baru.

PENGOLAHAN DATA DAN PEMBAHASAN

A. Pengolahan Data

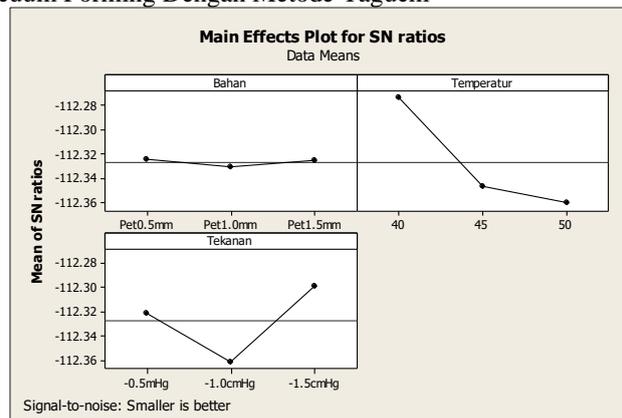
Nomor uji	Index Variabel			Uji 1 (mm ³)	Uji 2 (mm ³)	Uji 3 (mm ³)	Rata-rata (mm ³)
	Var Tetap	Var Terkontrol	Var Bebas				
1	0.5 mm	40	-0.5 cmHg	411005.27	410827.47	412086.10	411306.28
2	0.5 mm	40	-0.5 cmHg	412363.06	412184.77	413446.26	412664.70
3	0.5 mm	40	-0.5 cmHg	413537.38	413357.82	414622.05	413839.08
4	0.5 mm	45	-1.0 cmHg	413807.09	413628.05	414892.20	414109.11
5	0.5 mm	45	-1.0 cmHg	416375.50	416196.41	417464.09	416678.67
6	0.5 mm	45	-1.0 cmHg	414595.63	414417.86	415682.14	414898.54
7	0.5 mm	50	-1.5 cmHg	416776.98	416606.03	417866.57	417083.19
8	0.5 mm	50	-1.5 cmHg	414434.65	414259.97	415520.80	414738.47
9	0.5 mm	50	-1.5 cmHg	403502.76	403928.62	404371.46	403934.28
10	1.0 mm	40	-1.0 cmHg	412739.11	412561.29	413822.68	413041.02
11	1.0 mm	40	-1.0 cmHg	409668.31	409492.27	410747.26	409969.28
12	1.0 mm	40	-1.0 cmHg	410083.69	409904.11	411164.10	410383.97
13	1.0 mm	45	-1.5 cmHg	416846.85	416672.00	417936.42	417151.76
14	1.0 mm	45	-1.5 cmHg	414933.46	414754.59	416020.58	415236.21
15	1.0 mm	45	-1.5 cmHg	413258.96	413085.41	414343.42	413562.59
16	1.0 mm	50	-0.5 cmHg	417257.61	417085.82	418348.03	417563.82
17	1.0 mm	50	-0.5 cmHg	411775.90	411604.98	412858.50	412079.79
18	1.0 mm	50	-0.5 cmHg	412971.80	412799.01	414056.23	413275.68
19	1.5 mm	40	-1.5 cmHg	410430.83	410254.35	411511.88	410732.35
20	1.5 mm	40	-1.5 cmHg	405369.09	405188.27	406442.62	405666.66
21	1.5 mm	40	-1.5 cmHg	409782.90	409606.75	410862.68	410084.11
22	1.5 mm	45	-0.5 cmHg	412749.05	412578.02	413832.75	413053.28
23	1.5 mm	45	-0.5 cmHg	410954.50	410779.68	412036.10	411256.76
24	1.5 mm	45	-0.5 cmHg	412668.18	412489.73	413751.80	412969.91
25	1.5 mm	50	-1.0 cmHg	419663.51	419498.10	420756.88	419972.83
26	1.5 mm	50	-1.0 cmHg	417908.62	417733.00	418998.82	418213.48
27	1.5 mm	50	-1.0 cmHg	417703.05	417524.62	418793.49	418007.06

B. Grafik Analisa Taguchi



Gambar 4. Main Effects Plot for Means

Analisa Pengaruh Variasi Tekanan Dan Temperatur Terhadap Penyimpangan Volume Pembentukan Polyethylene Terephthalate Pada Proses Vacuum Forming Dengan Metode Taguchi



Gambar 5. Main Effects Plot for SN ratios

C. Pembahasan Hasil Pengujian

Pengujian *Polyethylene terephthalate* dilakukan dengan variasi ketebalan 0,5 mm, 1,0 mm, dan 1,5 mm menggunakan vacuum forming dengan variasi tekanan -0,5 cmHg, -1,0 cmHg, -1,5 cmHg, dan variasi temperatur 40°C, 45°C, dan 50°C menghasilkan analisa pengaruh temperatur pemanasan menunjukkan bahwa nilai penyimpangan volume terbesar yaitu pada temperatur 50° dengan volume sebesar 419972,83 mm³ sedangkan penyimpangan terkecil juga terjadi pada temperatur 50° dengan volume sebesar 403934,28 mm³. Dari hasil analisa pengaruh tekanan vacuum berdasarkan *response table for means* dan plot grafik pada gambar diatas, dapat dilihat bahwa nilai penyimpangan terbesar terdapat pada tekanan vacuum -1 cmHg yaitu sebesar 419972,83 mm³. Sedangkan nilai penyimpangan terkecil terjadi pada tekanan -1,5 cmHg sebesar 403934,28 mm³. Dari hasil pengujian dan analisa pengaruh ketebalan bahan pengujian pembentukan *Polyethylene terephthalate*, dapat dilihat bahwa nilai penyimpangan terkecil dengan *Small is better* terdapat pada ketebalan Pengujian Pembentukan *Polyethylene terephthalate* 0,5 mm yaitu dengan nilai volume 403934,28 mm³.

KESIMPULAN

Setelah dilakukan beberapa serangkaian pengujian, analisa dan observasi terhadap hasil pengujian, maka pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pengujian pembuatan produk dengan vacuum forming dengan metode Taguchi dapat dipengaruhi oleh tekanan, temperatur, dan variasi ketebalan material (*Polyethylene Terephthalate*), hal tersebut dapat dibuktikan dari hasil penelitian yang menghasilkan nilai penyimpangan penyimpangan volume terkecil menggunakan *Small Is Better* pada variasi tekanan -1,5 cmHg dan temperatur 50° cmHg yaitu 403934.28 mm³ dari nilai dimensi volume molding sebesar 400000.00 mm³. Jadi persentase penyimpangan terhadap molding sebesar 0.98357%.

REFERENCES

- [1] Cahyadi, D., & Lanta L., L. L. (2018). Studi Rekayasa Teknis Molding Metode Vacuum Forming Untuk Aplikasi Pada Perancangan Alat Pembuat Kemasan. TANRA: Jurnal Desain Komunikasi Visual Fakultas Seni Dan Desain Universitas Negeri Makassar, 5(2), 9. <https://doi.org/10.26858/tanra.v5i2.7136>
- [2] Ghani, Yohana &Wibowo., 2014. Mampu Bentuk Plastik Pada Proses Vacuum Forming Dengan Variasi Tekanan 0.979 Bar, 0.959 Bar , 0.929 Bar, 0.909 Bar Pada Temperatur 200 °c. Semarang : Universitas Diponegoro.
- [3] Irwansyah, D., Budiyanoro, C., & Sunardi. (2017). Perancangan Mesin Vacuum Forming Untuk Material Plastik Polystyrene (Ps) Dengan Ukuran Maksimal Cetakan. Material Dan Proses Manufaktur, 1(2), 87–95.
- [4] Halimah& Ekawati., 2020. Penerapan Metode Taguchi untuk Meningkatkan Kualitas Bata Ringan pada UD. XY Malang. Malang: Universitas Ma Chung.
- [5] Basuki Rachmad, Febrianto., 2017. *Modifikasi Alat Vacuum Forming Untuk Proses Shrink Packaging*. Yogyakarta: Universitas Islam Yogyakarta.