

Analisa Pengaruh Variasi Tekanan Dan Temperatur Terhadap Kesenjangan Volume Pembentukan Polikarbonat Pada Proses Vacuum Forming Dengan Metode Taguchi

M. F. Akbar¹, M. A. Wicaksono², A. D. Pratama³, A. B. Wicaksono⁴, F. Rahmadian⁵

¹Teknik Mesin S - 1, Institut Teknologi Nasional Malang, Kota Malang, Indonesia

Email: fikriakbar0220@gmail.com

ABSTRACT

Perkembangan teknologi di bidang industri yang sangat pesat menyebabkan supply and demand mesin industri semakin meningkat di kalangan masyarakat. Beberapa mesin industri yang dibutuhkan di masyarakat ialah mesin thermoforming. Salah satu dari mesin thermoforming adalah mesin vacuum forming, yang mana mesin thermoforming yang menggunakan proses vacuum untuk metode pembentukannya. Penggunaan polikarbonat di masyarakat luas yang disebabkan luasnya keunggulan dalam bidang sifat dibandingkan logam ataupun kaca membuat material polikarbonat lebih diminati. Penelitian ini dibatasi hanya sebatas meneliti kesenjangan volume yang terjadi pada produk yang dihasilkan dengan material polikarbonat dengan pada proses vacuum forming. Ada beberapa variabel parameter yang digunakan dalam penelitian kali ini seperti : ketebalan material 1.2mm , 1.5mm , 2mm ; variasi temperatur yaitu 165°C , 170°C , 175°C ; dan variasi tekanan yaitu -2cmHg , -4 cmHg , -6 cmHg. Dari hasil data yang diperoleh dalam proses pengujian, didapatkan hasil yaitu kesenjangan volume terkecil berada pada ketebalan 2mm ; temperatur 165°C ; dan tekanan -2cmHg.

Keywords Vacuum Forming, Thermoforming, Polycarbonate

Paper type Research paper

PENDAHULUAN

Semakin berkembangnya teknologi industri di kalangan masyarakat, kebutuhan dan permintaan banyak jenis mesin industri untuk memenuhi sandang, pangan dan papan pada masyarakat pun semakin meningkat pesat, mengakibatkan peningkatan pertumbuhan ekonomi yang positif pada masyarakat luas. Seiring berjalannya industri di Indonesia, kebutuhan dan permintaan produk berbahan material utama plastik di Indonesia sangat diminta oleh masyarakat luas, dikarenakan berbagai keunggulan yang didapatkan dalam produk berbahan komposit plastik.

Proses thermoforming sendiri merupakan suatu metode yang berfungsi untuk pembentukan material plastik yang paling tua dan juga paling umum digunakan di bidang industri. Alasan seringnya digunakan proses thermoforming tidak lain ialah dikarenakan prosesnya sendiri yang cukup simpel dan juga dapat digunakan pada suatu pembentukan produk dengan bermacam jenis material, yang mana salah satunya ialah polimer atau juga biasa disebut plastik yang mempunyai sifat Thermoplastic. Salah satu dari metode thermoforming yang sederhana adalah vacuum forming.

Polycarbonate sendiri merupakan satu material plastik yang telah digunakan secara umum oleh masyarakat luas dikarenakan memiliki karakteristik seperti ringan, fleksibel, tahan benturan, transparansi tinggi dan tahan panas. Pengaplikasian polikarbonat sendiri diantaranya ialah untuk komponen – komponen elektronik, konstruksi, otomotif , dan juga komponen pelindung maupun aerospace.

Terdapat beberapa parameter yang dapat mempengaruhi kesenjangan volume yang dihasilkan oleh metode vacuum forming diantaranya ialah : jenis plastik, ketebalan dari plastik, tekanan pada proses vacuum forming, temperatur pemanasan plastik. Berdasarkan parameter parameter ini maka penelitian dibatasi agar tidak memperluas topik dari penelitian kali ini.

TEORI

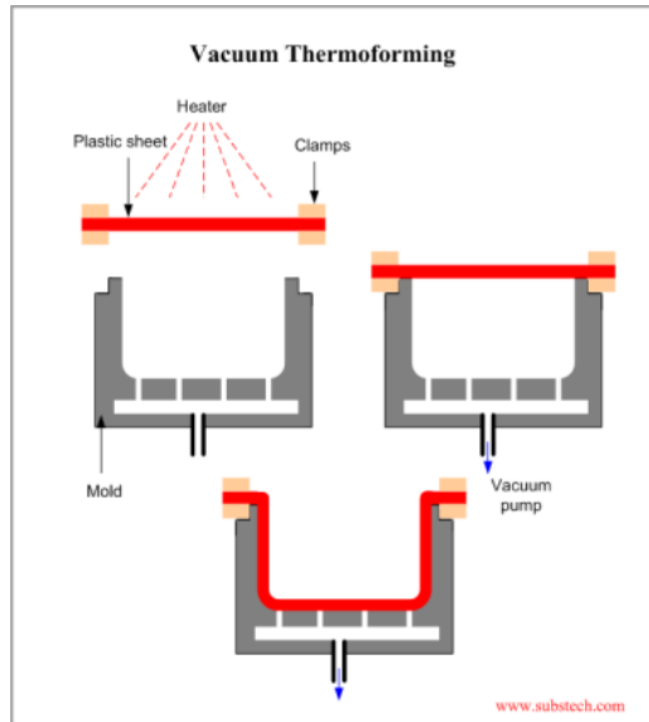
Thermoforming

Proses thermoforming sendiri merupakan suatu metode yang berfungsi untuk pembentukan material plastik yang paling tua dan juga paling umum digunakan di bidang industri. Alasan seringnya digunakan proses thermoforming tidak lain ialah dikarenakan prosesnya sendiri yang cukup simpel dan juga dapat digunakan pada suatu pembentukan produk dengan bermacam jenis material, yang mana salah satunya ialah polimer atau juga biasa disebut plastik yang mempunyai sifat Thermoplastic. (Brustad, 1987)

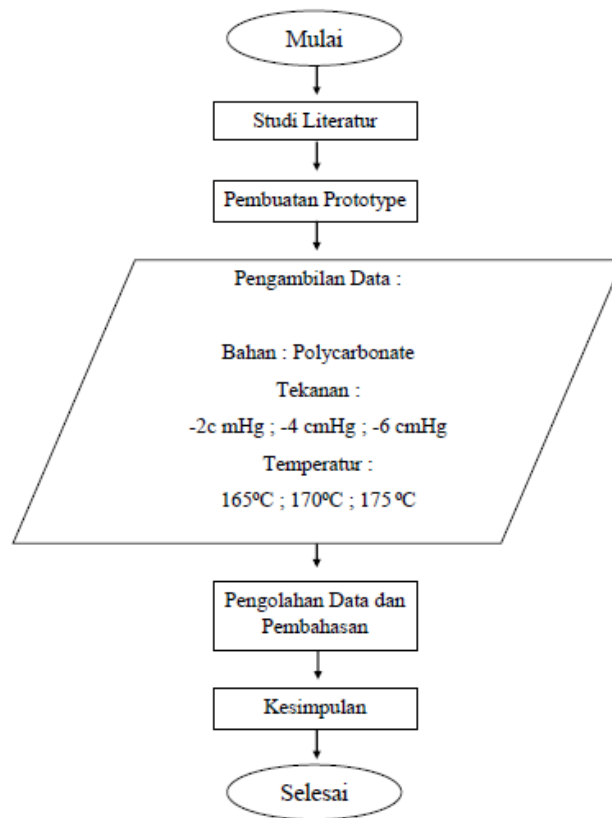
Vacuum Forming

Vacuum Forming sendiri merupakan salah satu dari beberapa metode yang digunakan untuk pembentukan material plastik untuk menghasilkan produk dengan bahan material plastik yang diinginkan. Vacuum forming sendiri sering digunakan untuk kebutuhan industri sebagai proses pembuatan koper, interior kendaraan, beberapa komponen aerospace dan lainnya. (Nandaresa, 2019)

Proses vacuum forming sendiri dibagi menjadi 2 tahapan yaitu yang pertama proses pemanasan bahan material yang ditujukan untuk mencapai suhu elastis dari material itu sendiri. Kemudian yang kedua yaitu proses pemvakuman, yang dilakukan dengan mesin vacuum ketika plastik yang sudah menyesuaikan bentuk molding langsung di vacuum agar dapat mengepress dengan bentuk molding yang diinginkan.



METODE PENELITIAN



Penjelasan Diagram Alir

1.Studi Literatur

Dimulai dengan studi literatur, dimana peneliti mencari jurnal jurnal dan penelitian yang berhubungan dengan judul penelitian yang akan dilakukan. Pengumpulan jurnal dan penelitian ini digunakan sebagai penopang dalam penelitian kali ini dan referensi untuk rancangan mesin vacuum forming ini.

2.Pembuatan Prototype

Dilanjutkan dengan pembuatan prototype yang dilalui dengan 3 tahapan utama yaitu :

- Pembelian komponen dan material mesin vacuum forming untuk merancang mesin peneliti.
- Pendesainan mesin vacuum forming dengan jurnal dan referensi terdahulu dan juga pen-settingan arduino yang akan digunakan pada mesin.
- Perancangan mesin vacuum forming dan setting kelistrikan dari mesin sampai mesin dapat berfungsi dengan normal.

3.Pengambilan data

Kemudian setelah mesin dapat berfungsi dengan normal dilanjutkan dengan pengambilan data menggunakan variabel – variabel yang sudah ditentukan, dimana pengujian dilakukan dan didapatkan hasil data data dari pengujian menggunakan mesin vacuum forming.

4.Pengolahan Data dan Pembahasan

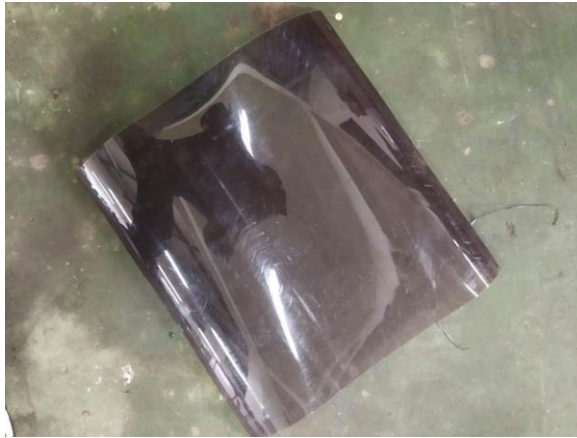
Setelah didapatkan data – data hasil pengujian, dilakukan proses pengolahan data menggunakan microsoft excel untuk mendata semua hasil data yang diperoleh dari pengujian. Setelah dilakukan pendataan, dilanjutkan data data tersebut dimasukkan ke aplikasi minitab yang mana akan digunakan sebagai metode penelitian taguchi. Dan kemudian data – data yang didapatkan melalui metode taguchi dilakukan pembahasan untuk penarikan kesimpulan.

5.Kesimpulan

Setelah didapatkan data – data yang sudah dianalisa dengan metode taguchi, ditarik kesimpulan dari penelitian kali ini.

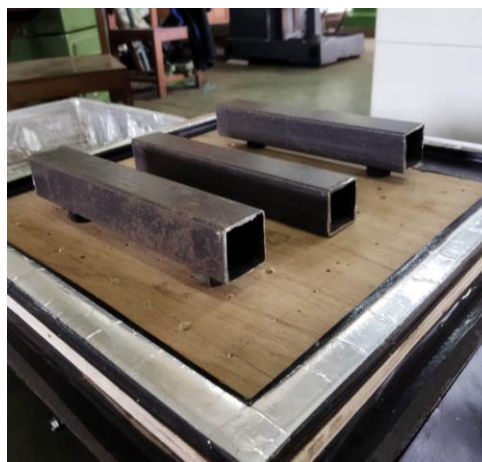
Langkah – Langkah Pengujian

1. Pertama tama lakukan pemotongan material agar berukuran sesuai dengan dimensi dari mesin vacuum forming yaitu 50x50cm.



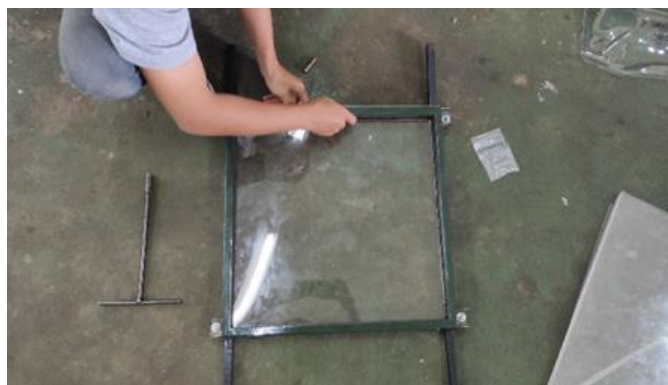
Polikarbonat ukuran 50cm x 50cm

2. Kemudian dilakukan peletakan molding yang mana molding penelitian merupakan balok persegi panjang berukuran 40x40x250mm yang diletakkan diatas vacuum chamber.



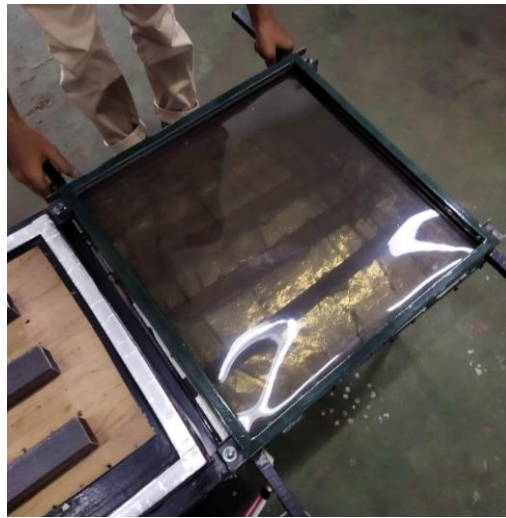
Moulding besi di tempatkan di atas mesin vacuum

3. Dilanjutkan dengan pemasangan material yang sudah di potong kedalam penjepit material yang mana ditujukan untuk memaksimalkan pemvakuman material dengan tidak menyisakan celah udara keluar.



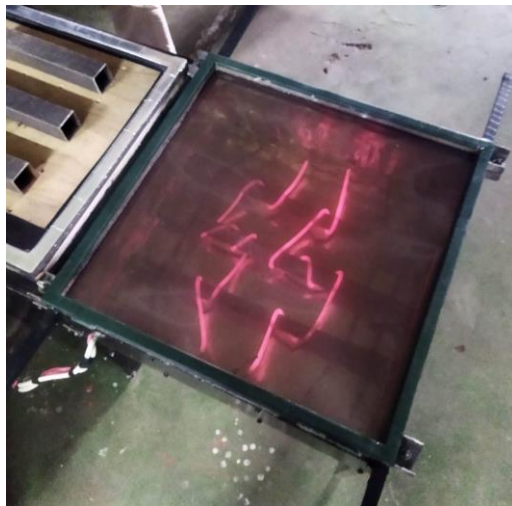
Peletakan bahan di dalam penjepit bahan

4. Setelah itu material yang sudah dijepit di letakkan ke atas elemen pemanas yang mana ditujukan untuk memanaskan material



Penempatan polikarbonat diatas elemen pemanas

5. Kemudian dilanjutkan dengan proses mengoperasikan elemen pemanas untuk memanaskan material yang sudah diletakkan diatas elemen pemanas menggunakan variasi suhu yang sudah ditentukan yaitu 165°C, 170°C, 175°C agar material mencapai suhu elastis.



Proses pemanasan material polikarbonat



penyetelan temperatur untuk elemen pemanas

6. Setelah material sudah lunak dan mencapai suhu elastis, dilanjutkan dengan proses pemvakuman yang mana material dipindah keatas vacuum chamber dan kemudian disetting tekanan dari mesin vacuum yang akan digunakan untuk pemvakuman yaitu -2cmHg, -4 cmHg, -6 cmHg dan kemudian dilakukan pemvakuman sampai material menyesuaikan dengan bentuk dari molding di dalam vacuum chamber.



Indikator dari vacuum gauge

7. Setelah material sudah melalui pemvakuman dilakukan cooling dengan udara dan kemudian dilanjutkan dengan pelepasan material dari penjepit agar dapat dilakukan penghitungan volume dari proses vacuum forming yang mana akan dilanjutkan dengan penganalisaan kesenjangan



Produk polikarbonat hasil dari proses vacuum forming

Setelah dilakukan pembahasan data yang dilakukan sebanyak 3 kali pengujian dengan 27 spesimen, data – data yang diperolehpun diambil rata – rata nya yang akan digunakan sebagai data di metode taguchi. Dilakukan 3 jenis analisa di metode taguchi yaitu SN Ratios dengan opsi 'Larger Is Better' , Standart Deviasi, dan Means dari seluruh data.

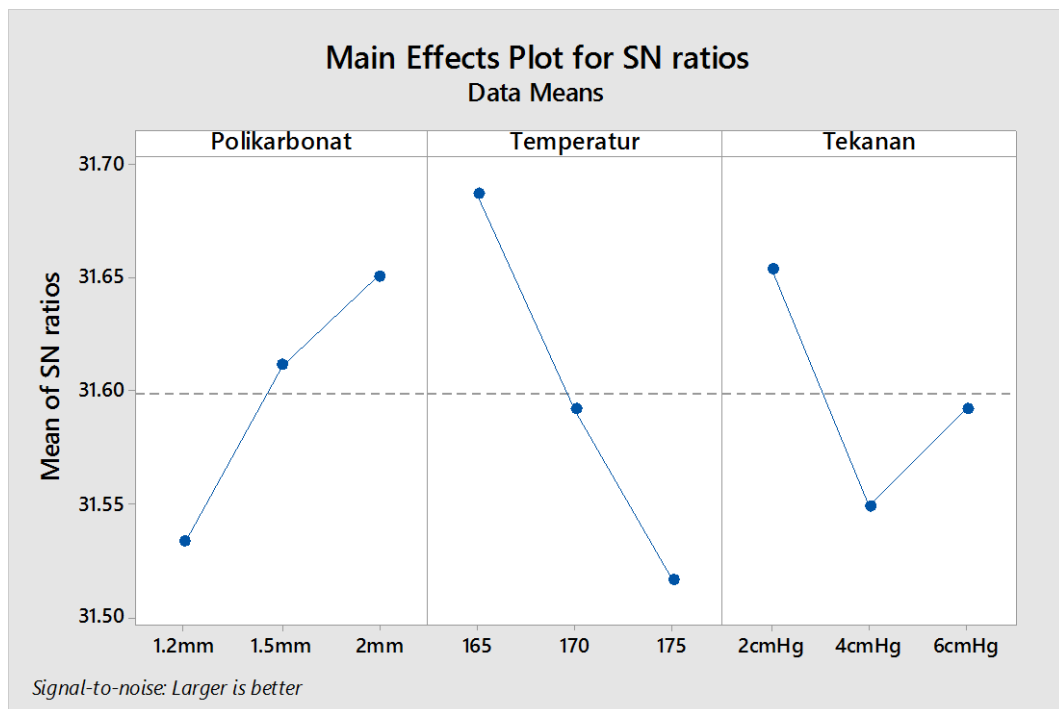
PENGOLAHAN DAN PEMBAHASAN DATA

Pengolahan Data

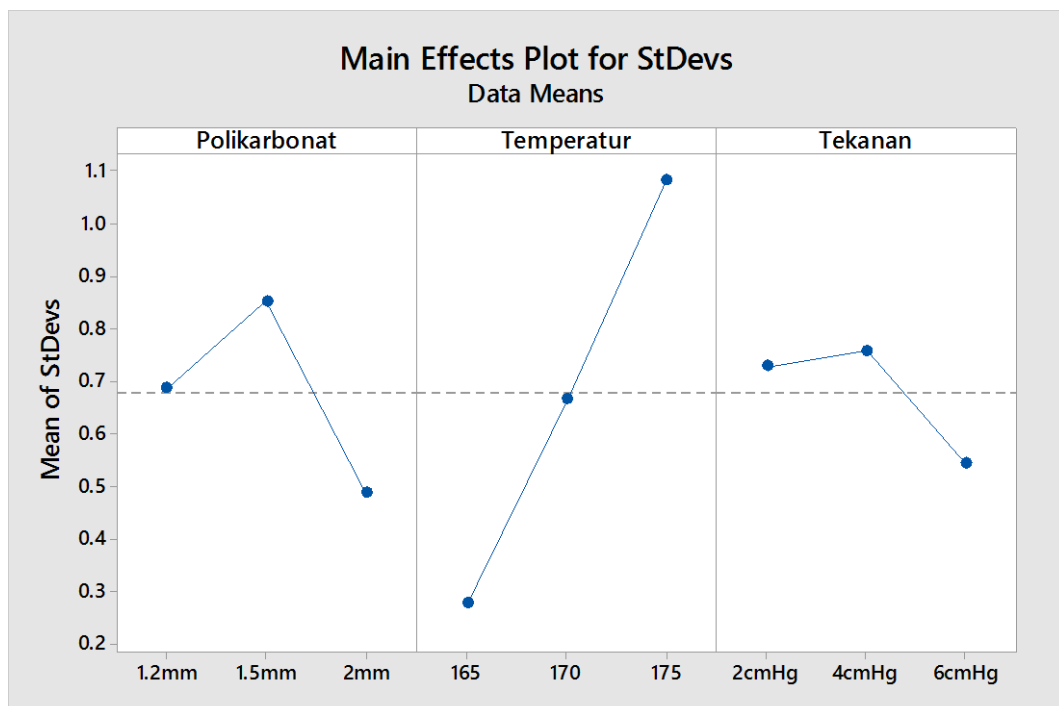
No. Uji	Indeks Variabel			Uji ke-1	Uji ke-2	Uji ke-3	Rata - rata
	Var. Tetap Material	Var. Terkontrol Temperatur	Var. Bebas Tekanan				
1	Polikarbonat 1.2mm	165°C	-2cmHg	38.49	38.44	38.54	38.49
2	Polikarbonat 1.2mm	165°C	-4cmHg	38.81	38.76	38.86	38.81
3	Polikarbonat 1.2mm	165°C	-6cmHg	38.62	38.57	38.67	38.62
4	Polikarbonat 1.2mm	170°C	-2cmHg	36.04	35.99	36.09	36.04

5	Polikarbonat 1.2mm	170°C	-4cmHg	37.56	37.51	37.61	37.56
6	Polikarbonat 1.2mm	170°C	-6cmHg	37.84	37.79	37.89	37.84
7	Polikarbonat 1.2mm	175°C	-2cmHg	37.9	37.85	37.95	37.9
8	Polikarbonat 1.2mm	175°C	-4cmHg	38.1	38.05	38.15	38.1
9	Polikarbonat 1.2mm	175°C	-6cmHg	36.39	36.34	36.44	36.39
10	Polikarbonat 1.7mm	165°C	-2cmHg	38.63	38.58	38.68	38.63
11	Polikarbonat 1.7mm	165°C	-4cmHg	38.64	38.59	38.69	38.64
12	Polikarbonat 1.7mm	165°C	-6cmHg	37.75	37.7	37.8	37.75
13	Polikarbonat 1.7mm	170°C	-2cmHg	37.73	37.68	37.78	37.73
14	Polikarbonat 1.7mm	170°C	-4cmHg	38.39	38.34	38.44	38.39
15	Polikarbonat 1.7mm	170°C	-6cmHg	38.77	38.72	38.82	38.77
16	Polikarbonat 1.7mm	175°C	-2cmHg	38.79	38.74	38.84	38.79
17	Polikarbonat 1.7mm	175°C	-4cmHg	35.92	35.87	35.97	35.92
18	Polikarbonat 1.7mm	175°C	-6cmHg	38.23	38.18	38.28	38.23
19	Polikarbonat 2mm	165°C	-2cmHg	38.29	38.24	38.34	38.29
20	Polikarbonat 2mm	165°C	-4cmHg	38.36	38.31	38.41	38.36
21	Polikarbonat 2mm	165°C	-6cmHg	38.04	37.99	38.09	38.04
22	Polikarbonat 2mm	170°C	-2cmHg	38.53	38.48	38.58	38.53
23	Polikarbonat 2mm	170°C	-4cmHg	38.07	38.02	38.12	38.07
24	Polikarbonat 2mm	170°C	-6cmHg	39.08	39.03	39.13	39.08
25	Polikarbonat 2mm	175°C	-2cmHg	37.06	37.01	37.11	37.06
26	Polikarbonat 2mm	175°C	-4cmHg	38.57	38.52	38.62	38.57
27	Polikarbonat 2mm	175°C	-6cmHg	38.25	38.2	38.3	38.25

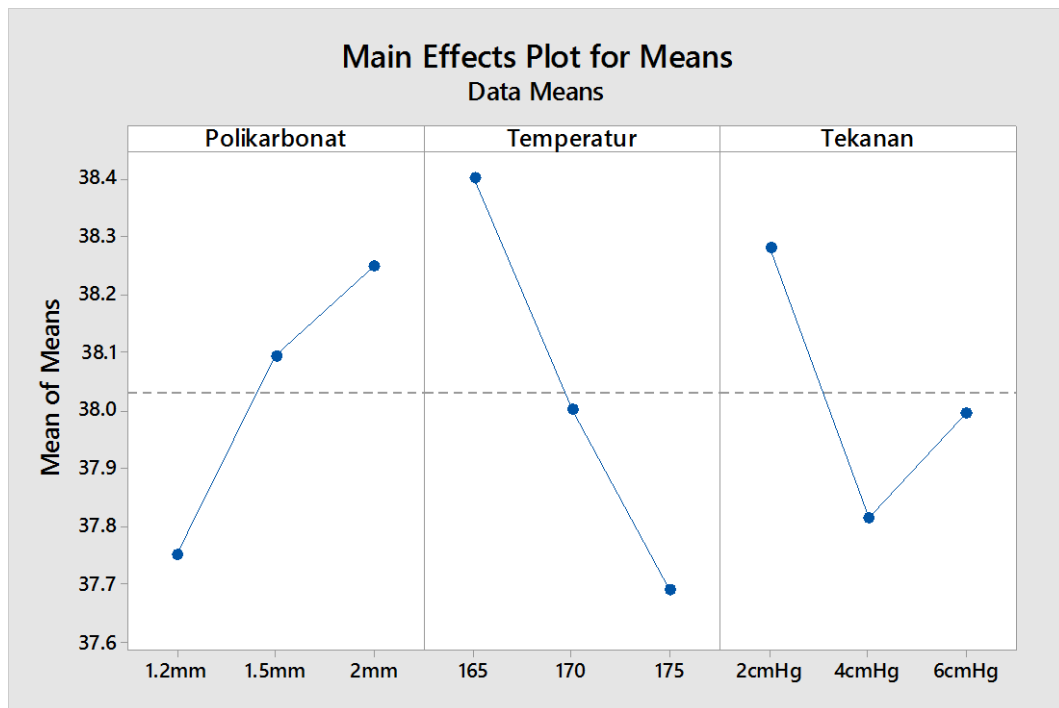
Grafik Analisa Taguchi



Grafik Main Effects Plot for SN Ratios



Grafik Main Effects Plot for StDevs



Grafik Main Effects Plot for Means

KESIMPULAN

Setelah dilakukan pengolahan data oleh metode taguchi, maka dapat ditarik kesimpulan untuk penelitian kesenjangan volume bahan polikarbonat dengan hasil terminimum terjadi di pengujian dengan polikarbonat berketebalan 2mm ; dengan variasi temperatur 165°C ; dan pensettingan tekanan pemvakuman -2cmHg. Data – data diatas telah melalui proses analisa grafik dari metode taguchi yang mana menggunakan Means sebagai hasil rata rata dari seluruh data, dan juga SN Ratios sebagai penentu pengujian dengan variasi paling optimal untuk meminimalisir biaya yang lebih banyak.

REFERENSI

- Abdul Ghani K, E. Y. (2014). MAMPU BENTUK PLASTIK PADA PROSES VACUUM FORMING DENGAN VARIASI. *Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro*.
- Al Hakim, W. A. (2020). *PENGARUH VARIASI TEKANAN VACUUM TERHADAP*. SURAKARTA: UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA.
- Brustad, V. G. (1987). *Method Of Vacuum Forming a Composite*. US08299487.
- Cahyadi, D. (2016). *Inovasi Vacuum Morfer*. Makasar: Seminar Nasional Lemlit.
- Dian Cahyadi, L. L. (2018). Technical Engineering Study of Vacuum Forming Method For Application in Packaging Design Tool Makers. *Fakultas Seni dan Desain Universitas Negeri Makassar*.
- Harasta, L. P., Landis, N. C., & Reafler, G. G. (1989). *Thermoforming Method*. US07430756.
- Irvan Usman Nur Rais, S. H. (2018). *Analisa Vacuum Forming Cetakan Agar-Agar Berbahan Baku Polyethylene Terephthalate (PET)*. Magelang: Universitas Tidar.
- Kopeliovich, D. (2021, September Thursday). <http://www.substech.com>. Retrieved 9 30, 2021, from <http://www.substech.com/dokuwiki/doku.php?id=thermoforming>
- namira, t. (2000). *implementasi organ*. riau: univ riau.
- Nandaresa, A. N. (2019). *FORMABILITY MATERIAL PVC PADA PROSES VACUUM FORMING UNTUK MANUFAKTUR KANOPI UAV FLYWING GO-DRONE STTA*. Yogyakarta: Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto Yogyakarta.
- Rachmad, F. B. (2017). *MODIFIKASI ALAT VACUUM FORMING UNTUK PROSES SHRINK PACKAGE*. YOGYAKARTA: UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA.
- Theodorus B. Hanandoko, S. M., & Agustinus Gatot Bintoro, S. M. (2018). *PENGEMBANGAN MESIN VACUUM FORMING UNTUK INDUSTRI KECIL MAKANAN*. Yogyakarta: UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA.
- Thompson, J. T. (1967). Method of vacuum forming laminated articles. US3551232A.