

Analisa Pengaruh Variasi Temperatur, Variasi Jumlah Elemen Pemanas Dan Variasi Waktu Pempvacuman Terhadap Kualitas Hasil Pada Bahan Polyvinyl Chloride (PVC) Dengan Metode Taguchi

B.Irawan¹⁾, F. Rahmadianto²⁾

^{1),2),3)} Teknik Mesin S-1, Institut Teknologi Nasional Malang
Jl. Raya Karanglo Km.2 Malang
Email : bagusirawan0009@gmail.com

Abstrak. Pada dunia industri saat ini kebutuhan akan produk industri sangat dibutuhkan oleh masyarakat, maka dengan adanya permintaan produk hasil industri tersebut perlu adanya suatu produk yang dapat dijangkau masyarakat dengan mudah dan cepat, serta dengan harga yang relatif terjangkau. Plastik merupakan sebuah produk unggulan dalam dunia industri, terlebih lagi metode yang digunakan dalam pembuatan produk berbahan plastik sangat beragam. Salah satu metode yang digunakan dalam industri plastik yaitu vacuum forming, Penulis melakukan penelitian ini menggunakan beberapa variabel untuk mengetahui kualitas hasil, variabel yang digunakan antara lain waktu pempvacuman dengan lama waktu 10,20,dan 30 detik, kemudian variasi temperatur dengan 65°C,70°C, dan 75°C, lalu variasi jumlah elemen pemanas dengan 5,6,dan 7 unit, material yang digunakan pada pengujian ini adalah Polyvinyl Chloride dengan ketebalan 0,5 mm, penelitian ini menggunakan metode taguchi dengan hasil pengujian paling optimal didapat pada variabel waktu pempvacuman 30 detik dengan temperatur 75°C dan dengan menggunakan elemen pemanas yang berjumlah 7 unit.

Katakunci: Industri, Vacuum forming, Polyvinyl Chloride, PVC, Metode Taguchi.

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Pada dunia industri saat ini kebutuhan akan produk industri sangat dibutuhkan oleh masyarakat, berbagai jenis kebutuhan masyarakat sangat bergantung dari produk hasil industri, maka dengan adanya permintaan produk hasil industri tersebut perlu adanya suatu produk yang dapat dijangkau masyarakat dengan mudah dan cepat, serta dengan harga yang relatif terjangkau.

Umkm merupakan suatu wadah bagi masyarakat yang ingin mendapatkan suatu produk industri dengan harga yang relatif terjangkau, namun tentunya mesin yang digunakan oleh umkm sedikit berbeda daripada mesin industri kebanyakan, karena untuk menghemat anggaran yang diperlukan. Produk hasil industri unggulan yang dapat dihasilkan umkm salah satunya adalah produk berbahan dasar plastik. Plastik merupakan sebuah produk unggulan dalam dunia industri, terlebih lagi metode yang digunakan dalam pembuatan produk berbahan plastik sangat beragam.

Salah satu metode *thermoforming* yakni *vacum forming*, *vacum forming* adalah proses perlakuan panas terhadap lembaran plastik sehingga plastik mengalami perubahan bentuk tetapi belum sampai pada tahap leleh, lalu kemudian bahan yang telah mengalami perubahan bentuk tersebut dibentuk sesuai dengan cetakan yang tersedia dengan penekanan hisap udara dari dalam atau biasa disebut *vacum*, sehingga kondisi ruang cetak penuh dengan tekanan hisap yang membuat lembaran plastik membentuk seperti cetakan yang tersedia.

Bahan yang sering digunakan salah satunya adalah *Polyvinyl Chloride*, dimana *Polyvinyl Chloride* sendiri telah terbukti menjadi beberapa bahan baku plastik tahan lama dan sering digunakan masyarakat umumnya sebagai alat rumah tangga, selain tahan lama jenis plastik ini juga mudah dijumpai dan tergolong berbobot ringan.

Tujuan penelitian ini yakni sebagai acuan dalam menentukan kualitas hasil produksi plastik *Polyvinyl Chloride* sebagai kebutuhan komersial, dengan menghitung pengaruh ketebalan temperatur dan waktu pemvacuman dalam produksi plastik *Polyvinyl Chloride* pada mesin *vacum forming*.

1.2 Kajian Pustaka

Pada penelitian yang dilakukan oleh Sonki Prasetya tentang industri makanan yang jumlahnya cukup besar di Indonesia tidak dapat lepas dari proses pengemasan terutama penggunaan kemasan plastik. Mesin *Vacum Thermoforming* seperti yang dimiliki oleh industri untuk produk kemasan umumnya memiliki skala yang besar dan memiliki jenis serta bentuk standar. Sementara mesin dalam skala kecil masih dirasa cukup mahal dari segi biaya karena produk dari negara luar. Dari penelitian ini didapatkan kesimpulan bahwa Mesin *thermo forming* untuk skala usaha kecil menengah memiliki karakter pemanas yang stabil, Sementara untuk biaya operasional dari proses pemanasan dari plastik yang akan dicetak biayanya tidak mahal sesuai dengan kemampuan pengguna.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Bambang Waluyo F tentang melakukan metode penelitian yang digunakan adalah membuat alat uji *mechanical thermoforming* dan membuat *Mold* yang akan digunakan untuk menganalisis penyusutan. *Mold* yang digunakan ada 2 macam, yaitu *Mold* telapak kaki atas dan *Mold* telapak kaki bawah. Selain variasi pada *Mold*, analisis juga ditujukan pada temperatur plastik *polypropylene* (PP) dan plastik PVC yang akan diproses. Variasi temperatur yaitu: 1000 C, 1200 C, dan 1400 C dengan ketebalan 1,0 mm.

Pada plastik PVC didapatkan hasil bahwa pada *Mold* telapak kaki atas dengan ketinggian 2 cm dan tebal plastik 1,0 mm menghasilkan persentase penyusutan rata-rata 7,85% dengan temperatur 100°C, 9,80% dengan temperatur 120°C dan 12,11% dengan temperatur 140°C. Pada *Mold* telapak kaki bawah dengan ketinggian 2 cm dan tebal plastik 1,0 mm menghasilkan persentase penyusutan rata-rata 10,01% dengan temperatur 100°C, 10,96% dengan temperatur 120°C dan 12,08% dengan temperatur 140°C.

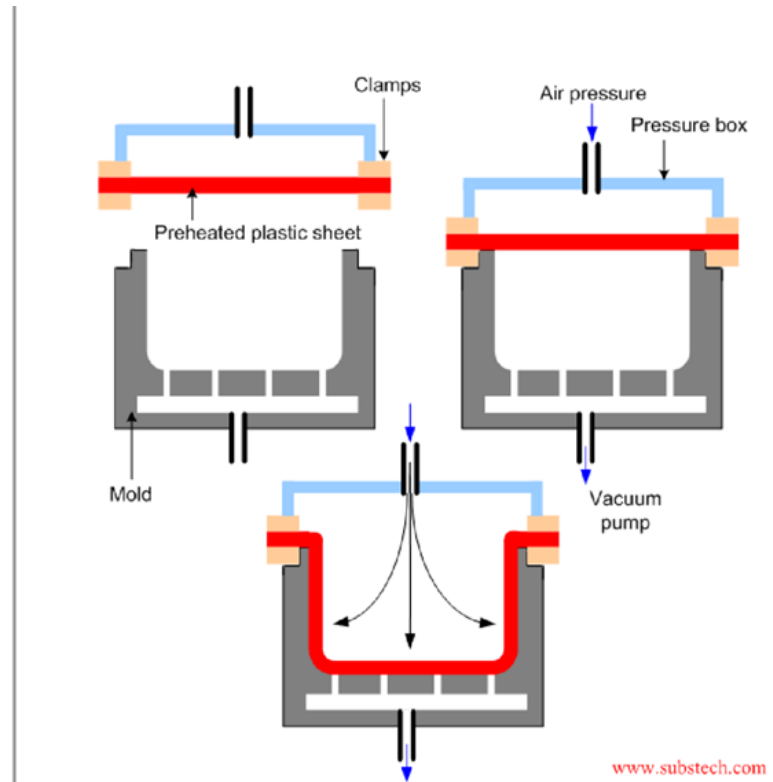
1.3. Dasar Teori

Thermoforming

Thermoforming adalah proses pembentukan lembaran plastik dengan cara dilakukan pemanasan terlebih dahulu terhadap lembaran plastik yang kemudian dilakukan pembentukan lembaran plastik dengan cara *vacum* (penghisapan) atau *pressure* (penekanan) ke cetakan sesuai dengan produk yang ingin diproduksi.

Vacum forming

Vacum forming merupakan proses di mana lembaran *thermoplastik* dipanaskan dan dideformasi menjadi bentuk yang diinginkan (Groover, 2007). *Vacum forming* melalui proses pembuatan produk plastik yang umum dan sederhana melalui proses pemanasan dan tekanan. Selama proses pembuatan, lembaran plastik dipanaskan kemudian di bentuk dengan mengurangi tekanan udara, pemanas di dekatkan ke lembaran plastik sampai melunak kemudian pemanas di jauhkan dan melakukan pengisapan udara (Nusyirwan et al., 2007). Udara dalam jumlah besar harus dikeluarkan secara cepat dari ruang antara cetakan dan lembaran plastik.



Gambar 1. Proses *vacum forming*

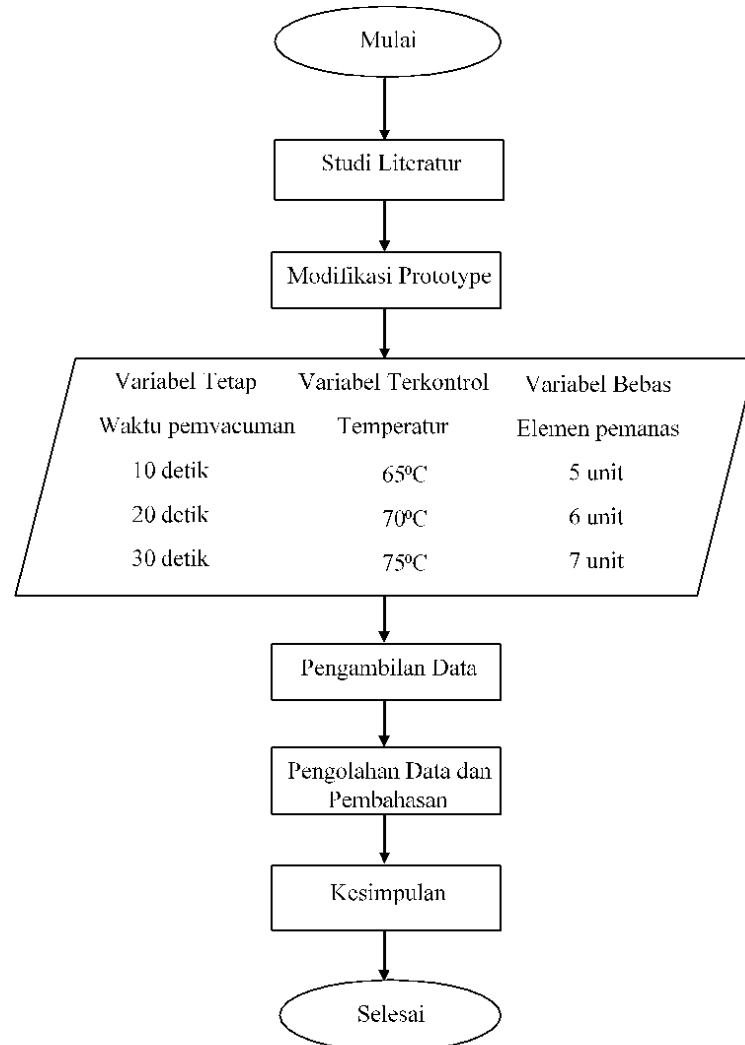
Polyvinyl Chloride

PVC atau *Polyvinyl Chloride* telah digunakan selama bertahun-tahun sebagai alat untuk menyusut pembungkus produk sehingga disukai untuk penjualan ritel. Sebuah bungkus PVC *sheet* memiliki kemampuan mampu bentuk yang baik setelah panas yang diterapkan. konsistensi membentuk cetakan plastik sesudah pemanasan juga sangat baik. PVC memiliki penurunan suhu yang sangat cepat. Setelah melalui proses pemanasan dan setelah itu dilakukan pemvacuman maka hanya akan membutuhkan waktu beberapa menit saja agar PVC menjadi keras dan kaku.

Metode Taguchi

Metode Taguchi merupakan suatu upaya untuk meningkatkan kualitas hasil atau mutu yang berfokus pada peningkatan rancangan produk dan proses yang dilakukan. Dalam hal ini metode Taguchi telah menawarkan efisiensi eksperimen dengan jalan merekayasa kualitas.

1.4 Diagram Alir



Gambar 2. Diagram Alir

Penjelasan Diagram Alir

1. *Studi Literatur*

Studi literatur adalah mencari referensi teori yang relevan dengan kasus atau permasalahan yang ditemukan. Tujuannya adalah untuk memperkuat permasalahan serta sebagai dasar teori dalam melakukan studi dan juga menjadi dasar untuk melakukan penelitian.

2. *Modifikasi Prototype*

Proses rekonstruksi terhadap mesin, dengan pembelian segala jenis kebutuhan material dan komponen untuk melakukan rekonstruksi terhadap mesin.

3. *Pengambilan Data*

Proses pengambilan data dengan beberapa percobaan dan melakukan perhitungan waktu pada pemvacuman lembaran serta melakukan perubahan terhadap tekanan yang digunakan yang mana pengujian ini dilakukan secara bergantian antara jumlah elemen pemanas yang digunakan.

4. *Pengolahan Data dan Pembahasan*

Mulai Variabel Tetap Waktu pemvacuman 10 detik 20 detik 30 detik Variabel Terkontrol Temperatur 65°C 70°C 75°C Variabel Bebas Elemen pemanas 5 unit 6 unit 7 unit Modifikasi *Prototype* Studi Literatur Pengambilan Data Pengolahan Data dan Pembahasan Kesimpulan Selesai Proses pengolahan data dilakukan dengan cara mengkomparasikan kualitas dari hasil proses *vacum forming* dengan memperhatikan dimensi moulding dan hasil dari pengujian material tersebut serta memperhatikan beberapa cacat terhadap produk tersebut yang selanjutnya akan dianalisis. Pembahasan adalah proses menganalisis data hasil pengujian berdasarkan teori-teori yang berhubungan dengan topik penelitian.

5. *Kesimpulan*

Proses penarikan kesimpulan adalah proses akhir dari penelitian yang berisi kesimpulan dari komparasi kualitas dari material hasil pengujian dengan pengaruh variasi waktu pemvacuman dan variasi temperatur dan jumlah elemen pemanas terhadap kualitas lembaran *Polyvinyl Chloride* pada proses *vacum forming*.

1.5 Konsep Rekonstruksi

Rekonstruksi dilakukan agar mendapatkan hasil produk yang lebih maksimal dari kinerja *Prototype* sederhana yang telah dibuat. Berikut merupakan beberapa rekonstruksi yang telah dilakukan terhadap *Prototype vacum forming*.

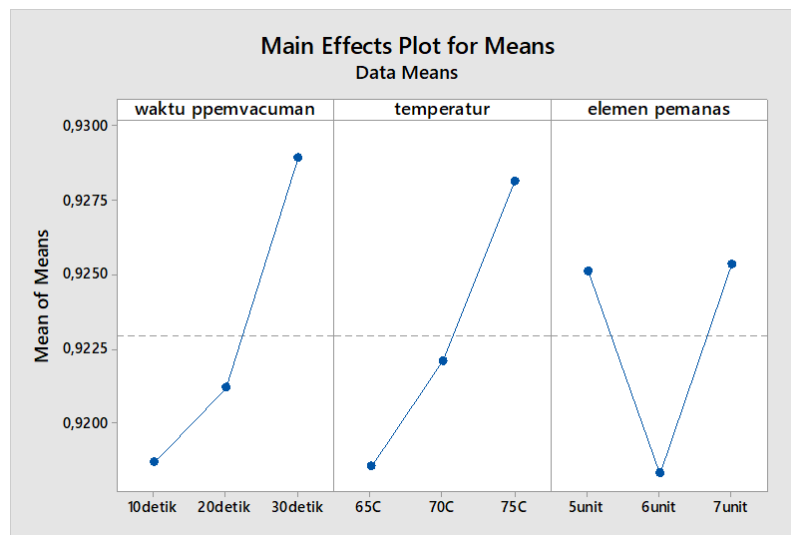
1. Menambahkan vacum pada bagian vacum chamber sehingga menjadi double vacum dengan daya total 1100 watt dengan tekanan maksimal mencapai 10 cmHg. Penambahan vacum pada proses rekonstruksi agar proses pemvakuman pada material lebih maksimal dari *Prototype* sebelum direkonstruksi yang tekanan vakumnya hanya mencapai maksimal 6 cmHg.
2. Melakukan perubahan ukuran pada vacum chamber yang sebelumnya berdimensi 450 x 450 x 100 mm menjadi 450 x 450 x 60 mm. Hal ini dilakukan agar ruang hampa udara pada area vacum chamber menjadi lebih pendek atau tidak terlalu dalam sehingga akan lebih memberikan efek pemvakuman yang lebih cepat terhadap material.
3. Merekonstruksi pada area heater menjadi elemen pemanas berdaya 1500 watt berjumlah tujuh buah. Hal ini dilakukan agar pemvacuman pada material akan lebih optimal dibandingkan sebelumnya yang hanya menggunakan elemen pemanas berdaya 1000 watt dengan jumlah enam buah.

2. Pembahasan

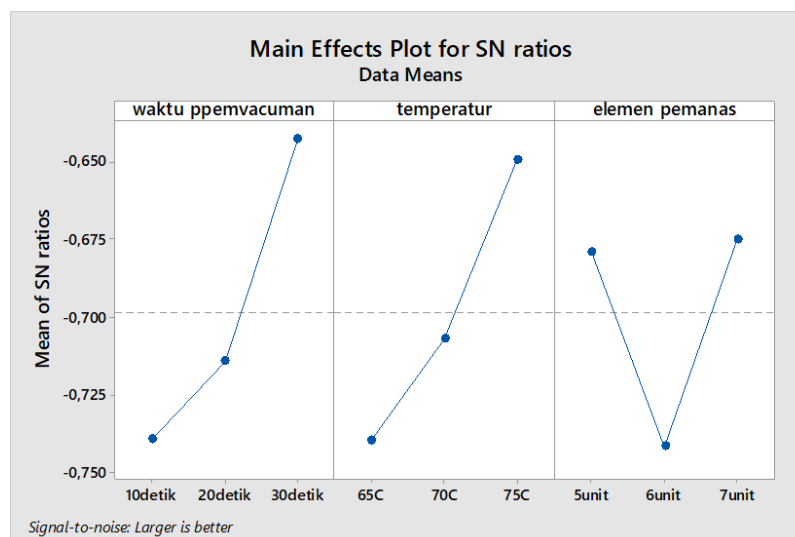
2.1 Tabel Hasil pengujian

NoUji	Indeks Variabel			Uji 1 (%)	Uji 2 (%)	Uji 3 (%)	Rata-rata (%)
	Var. Tetap Waktu penyvacuum an	Var. Terkontrol Temperatur	Var. Bebas Elemen pemanas				
1	10 detik	65°C	5 unit	93,10%	92,75%	93,20%	93,02%
2	10 detik	65°C	6 unit	93,25%	91,00%	93,00%	92,42%
3	10 detik	65°C	7 unit	90,10%	89,60%	89,80%	89,83%
4	10 detik	70°C	5 unit	91,95%	89,65%	91,45%	91,02%
5	10 detik	70°C	6 unit	92,10%	89,75%	91,55%	91,13%
6	10 detik	70°C	7 unit	91,90%	89,70%	92,25%	91,28%
7	10 detik	75°C	5 unit	94,15%	93,20%	93,35%	93,57%
8	10 detik	75°C	6 unit	92,45%	91,00%	93,30%	92,25%
9	10 detik	75°C	7 unit	92,10%	91,15%	93,65%	92,30%
10	20 detik	65°C	5 unit	92,00%	90,80%	91,00%	91,27%
11	20 detik	65°C	6 unit	92,00%	91,05%	91,00%	91,35%
12	20 detik	65°C	7 unit	91,95%	91,30%	90,55%	91,27%
13	20 detik	70°C	5 unit	93,75%	92,95%	93,40%	93,37%
14	20 detik	70°C	6 unit	92,45%	91,35%	91,50%	91,77%
15	20 detik	70°C	7 unit	91,05%	92,15%	92,85%	92,02%
16	20 detik	75°C	5 unit	93,40%	94,60%	90,90%	92,97%
17	20 detik	75°C	6 unit	92,30%	91,30%	92,00%	91,87%
18	20 detik	75°C	7 unit	93,80%	93,85%	92,00%	93,22%
19	30 detik	65°C	5 unit	93,35%	91,05%	92,95%	92,45%
20	30 detik	65°C	6 unit	92,20%	93,60%	93,45%	93,08%
21	30 detik	65°C	7 unit	91,85%	92,00%	92,20%	92,02%
22	30 detik	70°C	5 unit	92,95%	92,05%	91,95%	92,32%
23	30 detik	70°C	6 unit	92,05%	91,45%	92,10%	91,87%
24	30 detik	70°C	7 unit	93,80%	95,70%	95,85%	95,12%
25	30 detik	75°C	5 unit	94,15%	93,30%	94,55%	94,00%
26	30 detik	75°C	6 unit	91,95%	91,15%	92,70%	91,93%
27	30 detik	75°C	7 unit	93,05%	92,80%	93,85%	93,23%

2.2 Grafik Analisa Taguchi



Gambar 3. Grafik *Main Effect Plot for Means*



Gambar 4. Grafik *Main Effect Plot for SN Ratios*

Pembahasan

Karakteristik kualitas hasil yang diharapkan dari proses penelitian ini adalah “*Large is better*”. Berdasarkan pada grafik *Main Effect Plot For SN ratios* pada metode taguchi, dapat dilihat bahwa nilai rata-rata dari hasil penelitian yang diharapkan mendekati dengan karakteristik *Large is better* adalah hasil uji penelitian lembaran *Polyvinyl Chloride* pada waktu pemvacuman 30 detik dengan nilai -0,6426. dan temperatur 75°C dengan nilai -0,6495, serta dengan menggunakan elemen pemanas berjumlah 7 unit dengan nilai -0,6752. Hal ini disebabkan variabel-variabel diatas sesuai dengan karakteristik yang dibutuhkan untuk memenuhi kriteria “*Large is better*”.

3. Simpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan terhadap pengaruh variasi temperatur, variasi jumlah elemen pemanas dan variasi waktu pemvacuman terhadap kualitas hasil *Polyvinyl Chloride* pada proses *vacum forming* didapatkan:

1. Pada variabel dengan variasi waktu pemvacuman didapatkan nilai untuk waktu pemvacuman 10 detik adalah sebesar -0,7392, untuk 20 detik adalah sebesar -0,7143 dan untuk 30 detik adalah sebesar -0,6426.
2. Pada data uji Taguchi didapatkan nilai pada variabel temperatur pemvacuman 65°C sebesar -0,7397, untuk 70°C didapatkan nilai sebesar -0,7070, untuk 75°C didapatkan sebesar -0,6495.
3. Pada variabel dengan variasi jumlah elemen pemanas didapatkan nilai untuk jumlah elemen pemanas yang berjumlah 5 unit adalah sebesar -0,6792, untuk 6 unit adalah sebesar -0,7418 dan untuk 7 unit adalah sebesar -0,6752.
4. Perlunya memperhatikan kesesuaian terhadap banyaknya jumlah elemen pemanas yang dibutuhkan pada mesin *vacum forming* agar sesuai dengan kualitas hasil yang diinginkan.

Ucapan Terima Kasih

Peneliti mengucapkan Terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. I Komang Astana Widi, ST., MT. selaku Kaprodi Teknik Mesin S-1 Institut Teknologi Nasional Malang atas kesempatan yang telah diberikan.
2. Bapak Febi Rahmadiano, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing serta membantu memberi masukan pada penelitian ini dari awal hingga selesai.
3. Seluruh teman-teman mahasiswa Prodi Teknik Mesin S-1 Institut Teknologi Nasional Malang atas dukungan dan saran yang telah diberikan selama penulis melakukan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1]. Handoko, T. B. ((2018).). PENGEMBANGAN MESIN VACUUM FORMING UNTUK INDUSTRI KECIL MAKANAN
- [2]. Prasetya, S. R. ((2018)). KONTROL SUHU MESIN VACUM FORMING OTOMATIS ANEKA BENTUK KEMASAN DENGAN HM. I. Jurnal Poli-Teknologi,.
- [3]. Febriantoko, B. W. ((2017)). RANCANG BANGUN MOLD UNTUK PROSES TERMOFORMING PROSTHETIC BELOW KNEE (B/K). Media Mesin: Majalah Teknik Mesin, 18(2).
- [4]. Groover, Mikel P., 1996, *Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems*, Prentice-Hall International Edition, USA
- [5]. Nusyirwan, N. ((2012)). Rekayasa Mesin *Thermoforming* Vacuum. POLI REKAYASA, 2(2), 73-80.