

Karakteristik Produk 100% Daur Ulang Plastik *Polypropylene*

Product Characteristics of 100% Recycled Polypropylene Plastic

Karnova Yanel

Department of Mechanical Engineering, Institut Teknologi Padang
Jl. Gajah Mada Kandis Nanggalo, Padang, Indonesia

[doi.10.21063/jtm.2022.v12.i1.66-71](https://doi.org/10.21063/jtm.2022.v12.i1.66-71)

Correspondence should be addressed to karnova.jtm@gmail.com

Copyright © 2022 K. Yanel. This is an open access article distributed under the [CC BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Article Information

Received:

February 21, 2022

Revised:

March 25, 2022

Accepted:

April 23, 2022

Published:

April 30, 2022

Abstract

Plastics can be grouped into two groups, thermoplast plastics and thermoset plastics. Thermoplast plastic is a plastic that can be molded over and over again in the presence of heat. Thermoplast plastics include PE (Polyethylene), PP (Polypropylene), PS (Polystyrene), ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene), Nylon, PET (Polyethylene Terephthalate), POM (Polyacetal), PC (Polycarbonate), etc. At process of making vases that presented in this work, the plastic material used is PP. To investigate the characteristics of the resulting product, the mechanical characteristics of the print are tested by tensile testing. By using 100% recycled PP waste raw materials using hand molding, it turned out to be successful and became a new product (flower vase) that can be utilized. But, there are decrease in the quality of virgin plastic about 31.7% of modulus of elasticity value, 94.81% of stress value and 91% of strain value. From the tensile test results, it can be concluded that the recommended printing temperature is 220 °C.

Keywords: polypropylene plastic, recycled, product characteristics, hand molding, temperature.

1. Pendahuluan

Secara garis besar, plastik dapat dikelompokkan menjadi dua golongan, yaitu: plastik *thermoplast* dan plastik *thermoset*. Plastik *thermoplast* adalah plastik yang dapat dicetak berulang-ulang dengan adanya panas. Yang termasuk plastik *thermoplast* antara lain: PE (Polyethylene), PP (Polypropylene), PS (Polystyrene), ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene), Nylon, PET (Polyethylene Terephthalate), POM (Polyacetal), PC (Polycarbonate) dan lain-lain. Sedangkan plastik *thermoset* adalah plastik yang apabila telah mengalami kondisi tertentu tidak dapat dicetak kembali karena bangun polimernya berbentuk jaringan tiga dimensi. Yang termasuk plastik *thermoset* adalah: PU (Poly Urethane), UF (Urea Formaldehyde), MF (Melamine Formaldehyde), polyester, epoksi dan lain-lain [1].

Semakin berkembangnya zaman dan teknologi, mengakibatkan kebutuhan penelitian dan pengembangan dalam segala bidang semakin meningkat pesat, terutama dalam bidang material. Hal ini menjadi dasar kemajuan teknologi, di mana semakin dibutuhkannya material baru.

Pada penelitian ini dilakukan suatu inovasi untuk mengurangi sampah plastik dengan cara membuat vas bunga dengan pengolahan kembali limbah plastik *thermoplastik* menggunakan alat *hand moulding* sederhana.

Hand moulding adalah suatu alat atau mesin yang ditujukan untuk memproses limbah plastik yang tidak termanfaatkan [2-3]. Pada proses pembuatan vas bunga, material plastik yang digunakan adalah PP (Polypropylene). Untuk dapat mengetahui karakteristik dari produk yang dihasilkan pada penelitian ini, maka

dilakukan pengujian karakteristik mekanik dari hasil cetak dengan pengujian tarik.

2. Materi dan Metode

A. Materi

Jenis-jenis plastik yang paling sering didaur ulang adalah polyethylene (PE), polypropylene (PP), polistirena (PS), polyethylene terephthalate (PET) dan polyvinyl chloride (PVC). Jenis plastik yang dapat didaur ulang diberi kode berupa nomor untuk memudahkan dalam mengidentifikasi. Nomor kode plastik akan tercantum pada produk-produk berbahan plastik seperti Gambar 1 [4].



Gambar 1. Simbol produk plastik yang dapat didaur ulang.

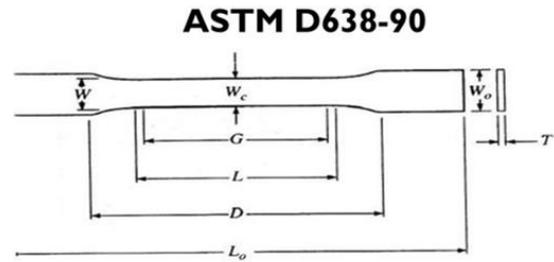
Meskipun botol plastik sangat praktis digunakan, disarankan untuk mengurangi penggunaannya, yang akan mengurangi beban lingkungan. Setelah membeli minuman dalam botol plastik, maka harus digunakan berulang kali sebagai wadah di rumah, dari pada membuangnya. Botol plastik harus digunakan kembali sesering mungkin sebelum akhirnya diinsinerasi untuk menghasilkan panas secara efisien [5].

Tabel 1. Sifat fisik, mekanis dan termal polypropylene.

TYPICAL PROPERTIES of POLYPROPYLENE				
ASTM or UL test	Property	Homopolymer	Co-Polymer	Flame Retardant
<i>PHYSICAL</i>				
D792	Density (lb/in ³) (g/cm ³)	0.033 0.905	0.033 0.897	0.035 0.988
D570	Water Absorption, 24 hrs (%)	<0.01	0.01	0.02
<i>MECHANICAL</i>				
D638	Tensile Strength (psi)	5,000	5,000	4,500
D638	Tensile Modulus (psi)	195,000	-	-
D638	Tensile Elongation at Yield (%)	12	23	28
D790	Flexural Strength (psi)	7,000	5,400	-
D790	Flexural Modulus (psi)	180,000	160,000	145,000
D695	Compressive Strength (psi)	7,000	6,000	-
D695	Compressive Modulus (psi)	-	-	-

Polypropylene adalah polimer kristalin yang di hasilkan yang di hasilkan oleh proses polimerisasi gas propilena mempunyai specific gravity rendah di bandikan dengan jenis plastik lain. merupakan polimer sintesis yang paling populer karena banyak digunakan dalam kehidupan sehari hari. adapun jenis plastik nomor 5 polypropylene (pp) Polipropilena atau polipropena (PP) adalah sebuah polimer termo-

plastik yang dibuat oleh industri kimia dan digunakan dalam berbagai aplikasi. Penggunaan polipropilen kebanyakan pada kemasan minuman, komponen otomotif, perlengkapan rumah tangga, dan mainan [6].



Dimensions for type I specimen

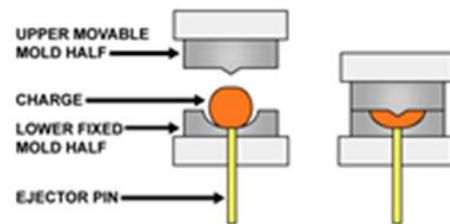
	in	mm
W = width of narrow section	0.5	13
L = length of narrow section	2.25	57
W _o = width overall, min.	0.75	19
L _o = length overall, min.	6.5	165
G = gage length	2.0	50
D = distance between grips	4.5	115
R = radius of fillet	3.0	76

Gambar 2. Dimensi dan ukuran spesimen uji tarik.

Jenis-jenis cetakan plastik dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Compress mold

Proses pencetakannya adalah dari die atau mould akan bergerak turun menekan material menjadi bentuk yang diinginkan. Apabila panas dan tekanan yang ada diteruskan, maka akan menghasilkan reaksi kimia yang bisa mengeraskan material *thermoseting* tersebut. Material dimasukkan kedalam *mold* dan dilakukan pemadatan (dengan tekanan tinggi).

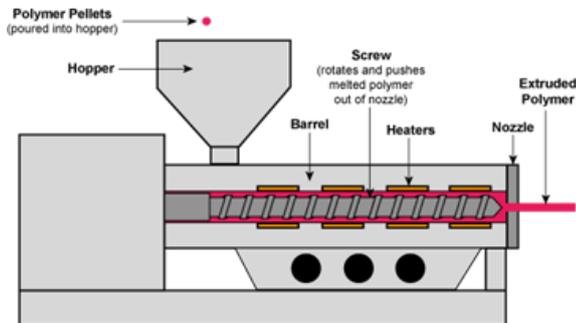


Gambar 3 Compress mold.

2. Extrusion mould

Extrusion moulding mempunyai kemiripan dengan *injection moulding*, hanya pada extrusion molding ini material yang akan dibentuk akan berupa bentukan profil tertentu yang panjang. Pada prinsipnya juga ada bagian mesin yang berfungsi mengubah material plastik menjadi bentuk lunak (semifluida) seperti pasta dengan cara memanaskannya dalam sebuah silinder, dan memaksanya keluar dengan tekanan melalui sebuah forming die (*extruder head or hole*), yaitu suatu lubang dengan bentuk profil tertentu itu akan keluar dan diterima oleh sebuah conveyor dan dijalankan/ditarik sambil didinginkan, sehingga

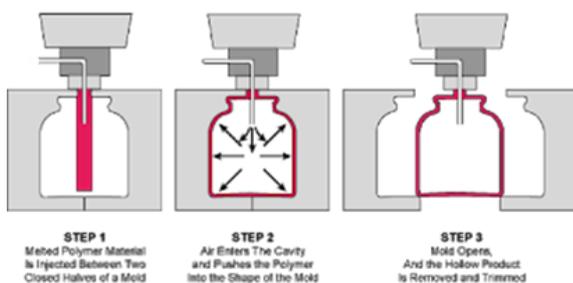
profil yang terbentuk akan mengeras, dan setelah mencapai panjang tertentu akan dipotong dengan pemotong yang melengkapi mesin ekstrusi tersebut. *Extrusion molding* sering di gunakan untuk pembuatan produk-produk dengan bentuk yang sama tetapi berkelanjutan, seperti pipa atau pelindung kabel plastik.



Gambar 4 *Extrusion mold*.

3. *Blow moulding*

Blow moulding merupakan suatu metode mencetak benda kerja berongga dengan cara meniupkan atau menghembuskan udara kedalam material/bahan yang menggunakan cetakan yang terdiri dari dua belahan *mold* yang tidak menggunakan inti (*core*) sebagai Material plastik akan keluar secara perlahan secara perlahan akan turun dari sebuah Extruder Head kemudian setelah cukup panjang kedua belahan akan *mold* akan di jepit dan menyatu sedangkan begiah bawahnya akan dimasuki sebuah alat peniup (*Blow Pin*) yang menghembuskan udara ke dalam pipa plastik yang masih lunak, sehingga plastik tersebut akan mengembang dan membentuk seperti bentuk rongga mould-nya. Material yang sudah terbentuk akan mengeras dan bisa dikeluarkan dari *mold* hal ini karena *Mold* dilengkapi dengan saluran pendingin didalam kedua belahan *mold*. Untuk memperlancar proses peniupan proses ini dilengkapi dengan pisau pemotong pipa plastik yang baru keluar dari extruder head.

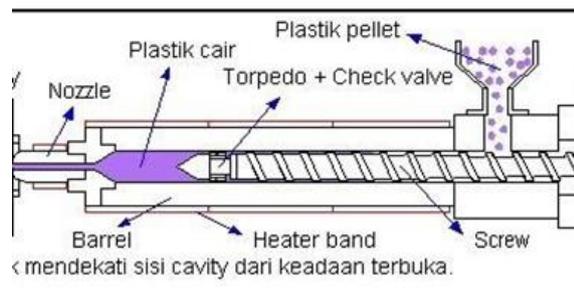


Gambar 5. *Blow moulding*.

4. *Injection moulding*

Injection moulding merupakan proses pembentukan benda kerja dari material *compound* berbentuk butiran yang ditempatkan

kedalam suatu *hopper*/torong dan masuk kedalam silinder injeksi yang kemudian didorong melalui *nozel* dan *sprue bushing* kedalam rongga (*cavity*) dari *mold* yang sudah tertutup. Setelah beberapa saat didinginkan, *mold* akan dibuka dan benda jadi akan dikeluarkan dengan *ejector*. Material yang sangat sesuai adalah material *thermoplastik* dan karena pemanasan material ini akan melunak dan sebaliknya akan mengeras lagi bila didinginkan. Perubahan-perubahan ini hanya bersifat fisik, jadi bukan perubahan kimiawi sehingga memungkinkan untuk mendaur ulang material sesuai dengan kebutuhan [7].



Gambar 6. *Injection moulding*.

B. Metode

Berikut tahapan-tahapan pengujian untuk memperoleh karakteristik PP [8].

1. Pasang elemen pemanas ke cetakan tetap
2. Hidupkan elemen pemanas
3. Mengatur dimer sesuai yang kita inginkan
4. Tunggu elemen pemanas sampai suhu yang yang di inginkan
5. Pengecekan suhu menggunakan termogan
6. Masukkan material plastik pet
7. Tunggu material plastik meleleh
8. Turunkan cetakan bergerak
9. Melakukan proses pencetakan
10. Diamkan hasil plastik yang telah dicetak hingga dingin
11. Hasil cetakan dibuka
12. Bersihkan hasil cetakan
13. Melakukan pemotongan hasil yang telah dicetak
14. Melakukan proses pengujian Tarik

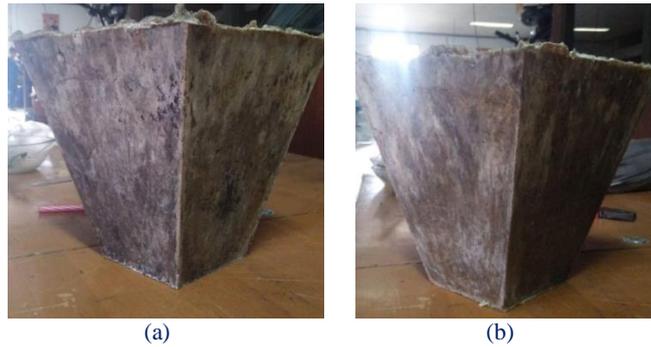
Parameter pencetakan yang digunakan pada penelitian ini meliputi variasi temperatur dan waktu cetak. Adapun temperatur cetak yang dipakai adalah 220 °C dan 240 °C dengan waktu tekan 5 menit. Hasil cetakan 100% daur ulang PP diperlihatkan oleh Gambar 7.

Uji tarik terhadap specimen hasil cetakan bertujuan untuk mengetahui karakteristik plastik PP yang didaur ulang dengan yang baru dalam bentuk vas bunga diuji dengan alat *hand moulding*, Dari hasil pengujian dilakukan

proses uji tarik untuk mengetahui karakteristi plastik PP. Spesimen uji tarik diperlihatkan oleh Gambar 8.

Prosedur uji tarik yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Siapkan 2 spesimen uji tarik yang terbuat dari sampah daur ulang plastik pet
2. Ukuran standar spesimen ASTM D638-90
3. pasang 2 specimen uji terhadap mesin uji Tarik, jepit specimen dengan klem supaya ketika specimen tersebut di uji tidak terjadi selek
4. Set jarum berbentuk seperti jarum jam terdiri dari 2 buah jarum yaitu jarum pertama berwarna merah, dan jarum yang kedua berwarna hitam .
5. Siapkan pencatatan data untuk mencatat berapa perhitungan yang dilakukan oleh dial indicator.
6. Berikan pembebanan uji Tarik terhadap masing-masing specimen sampai benda uji putus.
7. Lepaskan benda uji, kemudian satukan seperti semula.



Gambar 7. Vas bunga PP (a) suhu 220 °C dan (b) 240 °C.

Tabel 2. Spesimen uji tarik

No	Nama Plastik	Jumlah Plastik	Waktu (jam)	Suhu (°C)	Hasil Cetakan	Spesimen Uji tarik
1	polypropylen (PP)	8 ons	8	220		
2	Polypropylen (PP)	8 ons	6	240		

3. Hasil dan Pembahasan

Penurunan kualitas berdasarkan harga modulus elastisitas:

- PP daur ulang 220 °C (Spesimen#1) 28.29%
- PP daur ulang 220 °C (Spesimen#2) 34.25%
- PP daur ulang 240 °C (Spesimen#1) 52.90%
- PP daur ulang 240 °C (Spesimen#2) 51.02%

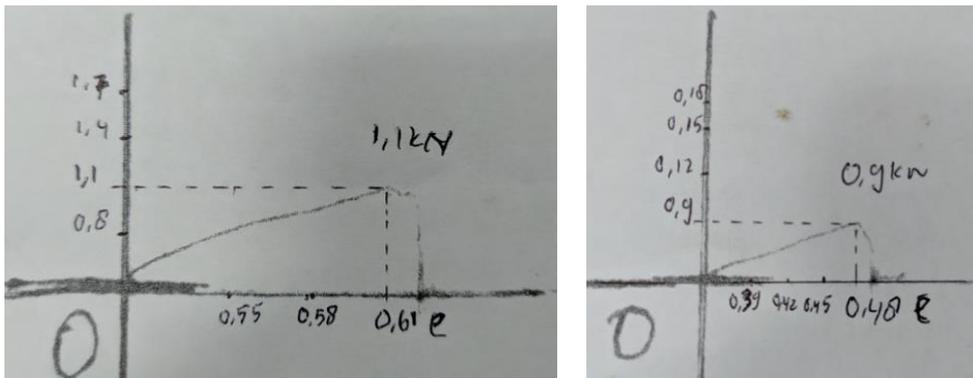
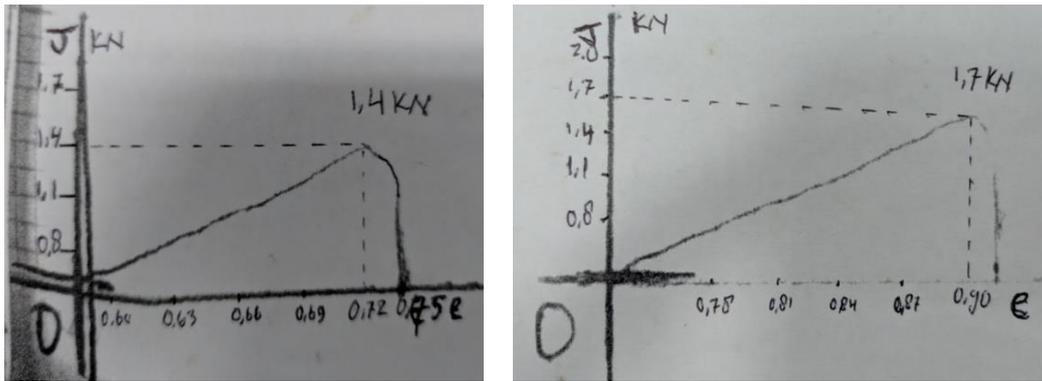
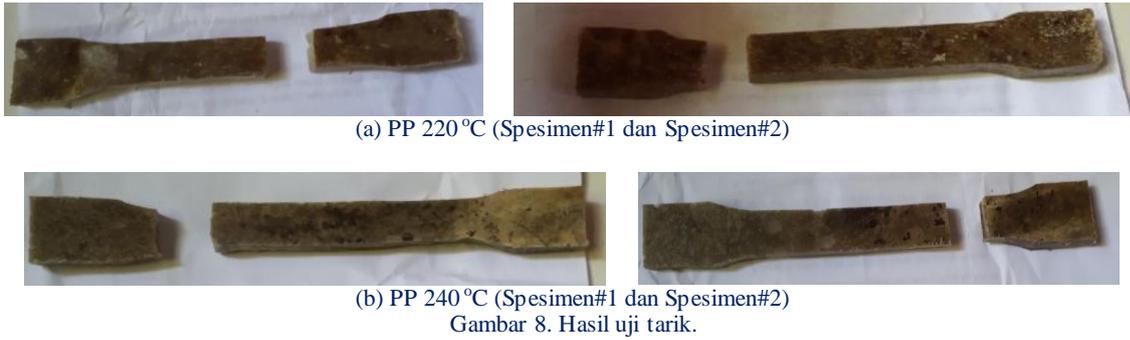
Penurunan kualitas berdasarkan harga tegangan:

- PP daur ulang 220 °C (Spesimen#1) 94.46%
- PP daur ulang 220 °C (Spesimen#2) 94.64%
- PP daur ulang 240 °C (Spesimen#1) 97.04%
- PP daur ulang 240 °C (Spesimen#2) 97.80%

Penurunan kualitas berdasarkan harga regangan:

- PP daur ulang 220 °C (Spesimen#1) 92%
- PP daur ulang 220 °C (Spesimen#2) 90%
- PP daur ulang 240 °C (Spesimen#1) 93.23%
- PP daur ulang 240 °C (Spesimen#2) 94.67%

Dari hasil data di atas dapat dilihat penurunan rata rata kualitas plastik PP daur ulang terhadap virgin plastik PP terbaik berada di suhu 220 °C dengan penurunan kualitas modulus elastisitas sebesar 31,37%, tegangan sebesar 94.81% dan regangan sebesar 91%.



Tabel 3. Tensile properties of LDPE and virgin PP

Sample	Modulus of elasticity, MPa	Yield stress, MPa	Yield strain, %
LDPE	$E = \frac{\text{Stress}_a}{\text{strain}_a}$ $= \frac{3-2.2}{7-2}$ $=0.16$	7.24	18.2
PP	$E = \frac{\text{Stress}_a}{\text{strain}_a}$ $= \frac{22-0}{10-0}$ $=2.2$	23.5	9

Sumber: Tensile Test polimer

Tabel 4. Perbandingan virgin plastik dengan daur ulang

Sample	Modulus Elastisitas E (GPa)	Tegangan τ (Mpa)	Regangan e (%)
PP	2.200	23.500	9.00
PP 220 °C (1)	1.577	1.135	0.72
PP 220 °C (2)	1.447	1.302	0.90
PP 240 °C (1)	1.036	0.632	0.61
PP 240 °C (2)	1.077	0.517	0.48

4. Simpulan

Setelah melakukan penelitian dengan menggunakan bahan baku 100% sampah pp daur ulang dengan menggunakan hand moulding ternyata berhasil dilakukan dan menjadi sebuah produk baru (vas bunga) yang bisa dimanfaatkan, dengan penurunan kualitas dari virgin plastik untuk modulus elastisitas sebesar 31.7%, tegangan sebesar 94.81% dan regangan sebesar 91%. Dengan hasil uji tarik dari

penelitian ini dapat di simpulkan temperatur cetak yang di gunakan adalah 220 °C.

Disarankan untuk penelitian selanjutnya coba campurkan bahan lain atau dengan menambah unsur chemical lainnya agar mendapatkan hasil yang lebih baik secara mechanical properties agar dapat di gunakan membuat produk lain selain vas bunga.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada mitra bebestari yang telah menelaah artikel ini secara *blind review*.

Referensi

- [1] I. Mujiarto (2005). Sifat dan Karakteristik Material Plastik dan Bahan Aditif. *Traksi*, 3(2), 65–74.
- [2] K. Yanel & Hafni (2017). Perancangan dan Pembuatan Hand Moulding untuk Pengolahan Sampah Plastik Menjadi Vas Bunga. *Prosiding SENASTEK Univrab 2017*, 136.
- [3] K. Yanel & Hafni (2021). Modifikasi Hand Molding Vas Bunga untuk Daur Ulang Thermo Plastik. *Jurnal Teknik Mesin Institut Teknologi Padang*, Vol.11, No.1, April 2021.
- [4] U.B. Suroño (2013). Berbagai Metode Konversi Sampah Plastik. *Jurnal Teknik*, 3(1), 32–40.
- [5] M. Yamashita (2014). Status of Recycling Plastic Bottles in Japan and a Comparison of the Energy Costs of Different Recycling Methods. *International Journal of Environmental Protection and Policy*, 2(4), 132. <https://doi.org/10.11648/j.ijepp.20140204.12>
- [6] Andreyabad (2012), Plastik, Manfaat dan Bahayanya, <http://balihub.com/ge-neral/manfaat-dan-bahaya-plastik/>, diakses pada tanggal 16 November 2013.
- [7] Ahvenainen, Raija. (2003). *Modern Plastics Handbook* (edisi ke-1st). Woodhead Publishing Limited.. hlm. 24.1
- [8] I. Yulianto & H. Prassetiyo (2014). Rancangan Desain Mold Produk Knob Regulator Kompor Gas Pada Proses Injection Molding *. *Perancangan Sistem Informasi*, Volume 2(3), 140–151.