

ANALISIS SIFAT FISIK DAUR ULANG LIMBAH PLASTIK JENIS *HIGH DENSITY POLYETHYLENE*

Arif Riyanto*, Sri Mulyo Bondan Respati, Muhammad Dzulfikar

Sindo Teknik, Jl. Terboyo Industri LK 5, No134. Semarang

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Wahid Hasyim

Jl. Menoreh Tengah X/22, Semarang 51585, Indonesia.

*Email : arifriyanto163@gmail.com

Abstrak

Plastik sangat lazim digunakan untuk keperluan rumah tangga. Sebagai contoh pembungkus makanan, botol air mineral, kabel, pipa, mainan anak dan sebagainya. Kegunaan plastik setiap harinya limbah plastik yang paling banyak adalah high density polyethylene (HDPE). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh temperatur kerja mesin injection molding terhadap densitas, kekuatan tarik dan bentuk makro patahan pada limbah plastik HDPE. Limbah plastik dicacah dan dimasukkan ke dalam hopper mesin injection molding dengan temperatur 150°C, 175°C, 200°C, 250°C dan 275°C kemudian diinjeksikan ke dalam cetakan standar ASTM D638. Adapun hasil yang diperoleh adalah semakin tinggi temperatur injection molding maka semakin rendah densitasnya, tetapi pada pengujian tarik semakin tinggi temperatur maka semakin tinggi kekuatannya. Pada pengujian foto makro diperoleh hasil semakin tinggi temperatur injection molding maka semakin tinggi tingkat kematangannya dan semakin ulet.

Kata Kunci : Daur ulang, limbah, HDPE, plastik

PENDAHULUAN

Akibat terlalu banyak sampah plastik di Indonesia dan seringkali masyarakat membuang sampah sembarangan akibatnya terjadi banyak bencana yang timbul akibat sampah tersebut. Di Indonesia sampah plastik mencapai 5,4 juta ton per tahun. Dari begitu banyak sampah yang ada masih sebagian dari masyarakat yang mengerti mendaur ulang sampah plastik (Budiman dkk., 2018).

Sampah plastik bisa dibedakan menjadi beberapa macam antara lain plastik jenis PET (*polyethylene terephthalate*), HDPE (*high density polyethylene*), PVC (*Polyvinyl chloride*), LDPE (*low density polyethylene*), PP (*polyethylene*), PS (*polyethylene*), dan bahan plastik lain (BPA, *polypropylene*, LEXAN). Dari macam-macam plastik ini ada beberapa plastik yang mudah dan struktur di daur ulang. Diantara beberapa plastik jenis yang sering digunakan atau di daur ulang adalah plastik HDPE, PP dan paling susah didaur ulang yaitu jenis PVC. Plastik daur ulang sangat diperlukan supaya bisa mengurangi sampah yang ada di lingkungan (Asror & Tomo, 2003).

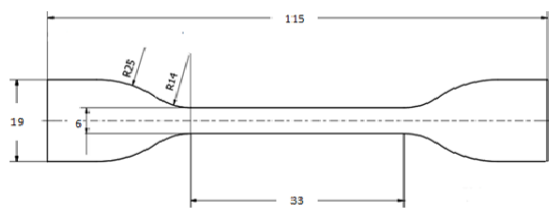
HDPE merupakan polimer yang terbuat dari minyak bumi. Bahan HDPE banyak digunakan sebagai dalam industri rumah tangga contohnya kemasan air minum,

gelas plastik, piring plastik, aplikasi dalam otomotif HDPE merupakan bahan utama yang digunakan seperti pada body kendaraan, spion kendaraan dan lain sebagainya. Plastik daur ulang ini bisa juga digunakan untuk bahan material kendaraan bermotor, alat elektronik, dan dalam industri rancang bangun. Material struktur di dalamnya diharapkan mampu menahan pengaruh beban (Callister & Rethwisch, 2007). Dalam bidang mekanika bahan ketangguhan material merupakan suatu yang sangat penting. Ketangguhan material adalah kemampuan material untuk mampu menyerap energi sampai dalam titik patah (Mujiarto, 2005).

Suhu adalah suatu ukuran panasnya keadaan. Suatu ukuran dari temperatur yang banyak digunakan di Indonesia adalah °C (derajat Celsius). Sementara suatu ukuran yang banyak digunakan di luar negeri adalah derajat Fahrenheit (Sarsinta, 2008). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui dan menganalisis pengaruh temperatur mesin *injection molding* pada material limbah plastik HDPE terhadap densitas, kekuatan tarik dan bentuk makro patahan uji tarik.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Proses produksi dan laboratorium Material Fakultas Teknik Mesin Universitas Wahid Hasyim Semarang, langkah awal penelitian yang dilakukan adalah mengumpulkan limbah plastik HDPE kemudian di cacah dengan menggunakan mesin shredder setelah itu dilakukan proses *injection molding* hingga menghasilkan spesimen uji. Dalam penelitian ini standar yang digunakan untuk spesimen uji tarik adalah ASTM D638, berikut merupakan dimensi standar ASTM D638.



Gambar 1. Dimensi standar ASTM D638
(ASTM, 2003)

Tahapan awal penelitian ini adalah pembuatan mesin *injection molding* sesuai dengan penelitian (Yulianto dkk., 2014) dan pengumpulan limbah plastik HDPE. Setelah itu limbah dicacah dan hasil cacahan langsung diproses ke mesin *injection molding* menggunakan variasi temperatur sebesar 150°C, 175°C, 200°C, 250°C dan 275°C. Apabila sudah diperoleh spesimen kemudian dilakukan pengujian densitas, uji tarik (Sumaryono, 2012) dan uji struktur (Mujiarto, 2005) makro setelah itu masuk ke tahap pembahasan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari proses *injection molding* dengan menggunakan cetakan sesuai standar uji tarik ASTM D638 adalah sebagai berikut.



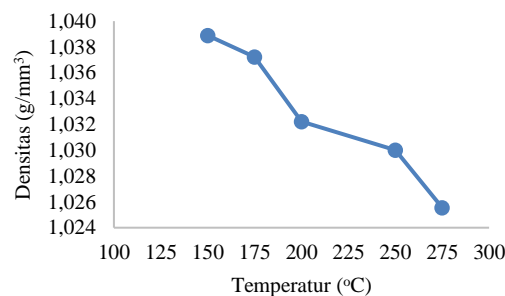
Gambar 3. Spesimen injection molding

Pengujian yang pertama kali dilakukan adalah uji densitas, berikut adalah data yang diperoleh dari pengujian densitas

Tabel 1. Data hasil uji densitas.

Temperatur (°C)	Massa (g)	Volume (mm ³)	Densitas (g/mm ³)	Rata-rata (g/mm ³)
150	1	6,27	6	1,05
	2	6,23	6	1,04
	3	6,2	6	1,03
175	1	6,24	6	1,04
	2	6,21	6	1,04
	3	6,22	6	1,04
200	1	6,2	6	1,03
	2	6,18	6	1,03
	3	6,2	6	1,03
250	1	6,18	6	1,03
	2	6,19	6	1,03
	3	6,17	6	1,03
275	1	6,15	6	1,03
	2	6,16	6	1,03
	3	6,15	6	1,03

Rata-rata hasil densitas menunjukkan penurunan persentase. Densitas pada temperatur 150°C adalah 1.038 g/mm³, pada temperatur 175°C turun menjadi 1.036 g/mm³, dan pada temperatur 200°C turun menjadi 1.032 g/mm³, pada temperatur 250°C adalah 1.029 g/mm³ dari sebelumnya naik 0.003%. Densitas pada temperatur 275°C adalah 1.025 g/mm³. rata-rata pengujian densitas mengalami penurunan dari temperatur rendah mengalami kenaikan dan temperatur tinggi mengalami penurunan kira-kira 1.032 %.



Gambar 4. Grafik hasil uji densitas

Pada temperatur rendah densitas dari spesimen tinggi dan pada temperatur tinggi densitasnya menjadi rendah, hal ini disebabkan karena pada saat temperatur rendah spesimen tidak mengalami *sink mark* dan seiring bertambahnya temperatur maka semakin sering ditemukan *sink mark* (Nurhadi dkk., 2020). Pengujian selanjutnya adalah uji tarik, berikut adalah data hasil uji tarik.

Yield stress pada temperatur mesin injeksi 150°C adalah 27.705 kgf/mm², sedangkan pada temperatur mesin injeksi 175°C adalah 32.301 kgf/mm² atau naik

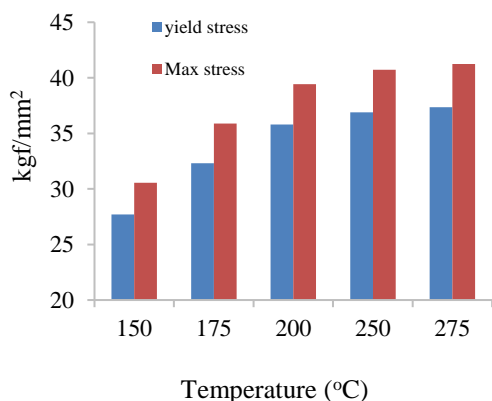
4,596%. *Yield stress* pada temperatur mesin injeksi 200°C adalah 35.788 kgf/mm², sedangkan temperatur 250°C adalah 36.885 kgf/mm² naik 1.097%, kenaikan ini kemungkinan disebabkan oleh *barrel* penampang biji plastik yang dilapisi *heater* sudah mengalami yang merata dan memudahkan injeksi masuk ke dalam cetakan Maximum *stress* pada temperatur mesin injeksi 150°C adalah 30.544 kgf/mm² sedangkan pada temperatur mesin injeksi 175°C adalah 35.882 kgf/mm², atau naik 5,338%.

Tabel 2. Yield stress uji tarik

Temperature (°C)	yield stress (kgf/mm ²)			Rata-rata (kgf/mm ²)
	1	2	3	
150	25,177	35,266	22,674	27,706
175	27,893	33,802	35,208	32,301
200	35,214	35,859	36,291	35,788
250	35,533	36,821	38,301	36,885
275	35,833	38,811	37,430	37,358

Tabel 3. Maximum stress uji tarik

Temperature (°C)	Max stress (kgf/mm ²)			Rata-rata (kgf/mm ²)
	1	2	3	
150	27,271	38,882	25,029	30,394
175	30,856	37,289	38,963	35,703
200	38,737	39,545	40,021	39,434
250	39,235	40,640	42,298	40,724
275	39,535	43,006	41,281	41,274



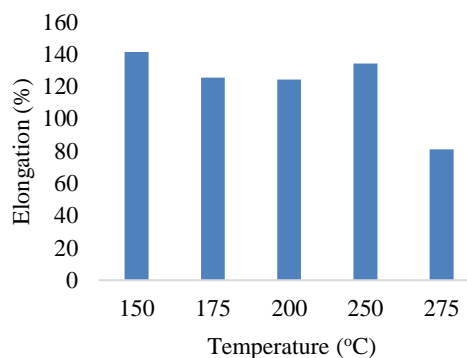
Gambar 5. yield dan max. Stress

Maximum *stress* pada temperatur injeksi 200°C adalah 39.434 kgf/mm², sedangkan pada temperatur 250°C adalah 40.724 kgf/mm² naik 1.29% sedangkan suhu temperatur 275°C maximum *stress* adalah 41.253kgf/mm² naik 0.259%

Tabel 4. Elongation uji tarik

temperature (°C)	Elongation (%)			Rata-rata (%)
	1	2	3	
150	267,219	30,750	125,969	141,313
175	129,562	124,156	122,531	125,416
200	127,500	136,938	108,500	124,313
250	149,906	100,469	152,000	134,125
275	22,125	117,344	103,719	81,063

Regangan pada temperature 150°C adalah 141.312%, regangan pada temperatur 175°C turun menjadi 125.416%, tetapi pada temperatur 200°C turun menjadi 124.214%, sedangkan temperatur 250°C adalah 134.125% dari sebelumnya naik 9.911%. Regangan pada temperatur 275°C adalah 81.062%. rata-rata menurun regangan terhadap kenaikan temperatur mesin injeksi. Hal ini sama yang disampaikan (Sumaryono, 2012).



Gambar 5. Grafik elongation

Pengujian yang terakhir adalah uji foto makro, berikut adalah hasil foto makro dari temperatur 150°C, 175°C, 200°C, 250° dan 275°C. Secara umum rata-rata hasil foto makro patah uji tarik pada proses *injection molding* dengan temperatur 150°C, 175°C, 200°C, 250° dan 275°C. mengalami patahan ulet dan memiliki cacat yang hampir sama yaitu

mempunyai rongga udara berbentuk garis lurus berlubang di bagian tengahnya,



Gambar 6. Foto makro patahan uji tarik

hal ini terjadi karena bahan yang terbuat dari limbah plastik HDPE mengalami pencacahan yang kurang halus sehingga pada saat mesin injeksi ditekan masih ada udara yang terjebak di sela-sela bahan sehingga menghasilkan rongga, akan tetapi seiring bertambahnya temperatur injeksi lubang tersebut akan semakin mengecil.

PENUTUP

Kesimpulan

Nilai rata-rata *yield stress* dan *maximum stress* mengalami kenaikan dengan semakin tinggi temperatur injection molding. Rata-rata regangan hasil pengujian tarik menunjukkan penurunan persentase regangan ketika temperatur dinaikkan. Secara umum rata-rata hasil foto makro dari temperatur 150°C, 175°C, 200°C, 250°C, 275°C, adalah bagian tengahnya membentuk garis lurus kehitaman, sedangkan pada suhu 275°C terjadi perbedaan bentuk garis-garis berlubang menyerupai gelombang dan garis tersebut berwarna hitam gosong terpadu. Hal ini disebabkan tingkat melelehnya plastik pada suhu 275°C sudah melebihi sempurna karena terjadi cacat warna spesimen dikarenakan suhu injeksi terlalu panas dibandingkan dengan suhu sebelumnya. Dalam pengujian densitas dapat disimpulkan bahwa temperatur rendah lebih besar nilai uji densitasnya atau semakin rendah temperatur akan lebih tinggi nilai uji densitasnya.

DAFTAR PUSTAKA

Asror, M. F., & Tomo, H. S. S. (2003). Pengaruh Suhu Proses dan Tekanan Injection Molding Terhadap kekuatan Benturan dan kekerasan pada Plastik

Material high density Polyethylene (HDPE). *Prosiding Simposium Nasional Polimer IV*, 4(188–192).

ASTM. (2003). *Annual Book of ASTM Sandard*. West Conshohocken.

Callister, W. D., & Rethwisch, D. G. (2007). *Materials science and engineering: an introduction* (Vol. 7). John wiley & sons New York.

Mujiarto, I. (2005). Sifat dan karakteristik material plastik dan bahan aditif. In *Traksi*. academia.edu. https://www.academia.edu/download/55710349/sifat_dan_karakteristik_material_plastik_dan_bahan_aditif.pdf

Nurhadi, D., Purwanto, H., & Dzulfikar, M. (2020). Pengaruh Suhu Injection Moulding Terhadap Minimalisasi Sink Marks Pada Material Limbah Plastik Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS). *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents*, 16(1), 12–26. <https://doi.org/DOI:10.36499/jim.v16i1.3353>

Sarsinta. (2008). *Belajar Biologi*. Universitas Hasanudin.

Sumaryono. (2012). Perilaku Pengujian Tarik Pada Polmer Polistiren. *Gardan*, 1(6), 66–80.

Yulianto, I., Rspianda, R., & Prasetyo, H. (2014). Rancangan desain mold produk knob regulator kompor gas pada proses injection molding. *Reka Integra*. <http://ejurnal.itenas.ac.id/index.php/rekaintegra/article/view/547>