

**PENGARUH TEKANAN COMPRESSION MOULDING  
TERHADAP KEKERASAN DAN DENSITAS DAUR ULANG HIGH DENSITY  
POLYETHYLENE SEBAGAI KANDIDAT BAHAN BAKU UBIN**

**Taufik NurHidayat\* dan Darmanto**

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang

Jl. Menoreh Tengah X/22 Sampangan Semarang 50236 Indonesia

\*Email: taufiknh025@gmail.com

**Abstrak**

*Pengolahan sampah plastik salah satunya dengan menjadikan sebagai kandidat bahan baku ubin, sehingga dapat mengurangi sampah plastik dan meningkatkan nilai jual. Dengan menggunakan mesin compression moulding, sampah plastik akan dibuat menjadi produk ubin. Pada penelitian ini telah dilakukan pembuatan sampel ubin dengan bahan High Density Polyethylene (HDPE) daur ulang ukuran 22 x 22 cm pada variasi tekanan 5 kg/cm<sup>2</sup>, 7 kg/cm<sup>2</sup>, dan 10 kg/cm<sup>2</sup> pada suhu kompresi 200°C. Spesimen dilakukan pengujian kekerasan dan pengujian densitas. Pengujian kekerasan dilakukan menggunakan alat durometer dengan metode hardness shore D. Dalam pengujian kekerasan dapat dibaca hasil kekerasan 1 detik dan 15 detik. Waktu 1 detik nilai kekerasan tertinggi pada tekanan 10 kg/cm<sup>2</sup> mencapai 61,8 Shore D dan waktu 15 detik nilai kekerasan tertinggi pada tekanan 10 kg/cm<sup>2</sup> mencapai 56,3 Shore D namun pada tekanan 7 kg/cm<sup>2</sup> waktu 15 detik nilai kekerasan menurun menjadi 54,7 Shore D. Menurut pengamatan yang dilakukan pada tekanan 7 kg/cm<sup>2</sup> waktu 15 detik terdapat cacat porositas sehingga pada pengujian kekerasan waktu 15 detik nilai kekerasan mengalami penurunan. Nilai densitas terkecil terjadi pada variasi tekan 5 kg/cm<sup>2</sup> yaitu 0,90 g/cm<sup>3</sup>, dan nilai tertinggi pengujian densitas pada variasi tekan 10 kg/cm<sup>2</sup> yaitu 0,98 g/cm<sup>3</sup>. Hasil tersebut didapatkan bahwa semakin tinggi tekanan yang diberikan maka semakin tinggi pula nilai kekerasannya dan semakin tinggi tekanan akan meningkatkan nilai densitas plastik daur ulang jenis HDPE.*

**Kata Kunci:** daur ulang, HDPE, plastik, tekanan, ubin.

**PENDAHULUAN**

Plastik sudah menjadi bagian penting dalam kehidupan manusia. Ketergantungan terhadap plastik di dalam kehidupan sehari-hari, baik dalam kebutuhan rumah tangga maupun industri (Mujiarto, 2005). Sampah plastik menjadi permasalahan dilingkungan hidup, penggunaan plastik secara berlebihan dilingkungan menyebabkan berbagai permasalahan karena sifat plastik yang tidak dapat terurai. Untuk mengurangi hal itu dapat dilakukan dengan pengelolaan sampah plastik yang lebih tepat dan ramah lingkungan. Pengelolaan sampah plastik mempunyai potensi besar, dengan adanya proses daur ulang maka dapat mengurangi penumpukan sampah atau limbah plastik yang ada dilingkungan, dimana menjadikan bahan bekas menjadi sesuatu yang berguna dan juga mengurangi penggunaan bahan baku yang baru lainnya (Wibowo, 2002).

Terdapat dua tipe plastik, tipe yang pertama adalah thermoset, yaitu plastik yang

polimer penyusunnya terikat secara permanen, sehingga tidak dapat berubah saat sudah terbentuk atau mengeras saat suhu dingin. Dengan kata lain, thermoset tidak dapat mencair maupun didaur ulang. Sedangkan tipe yang kedua adalah Thermoplastic, yaitu plastik polimer yang mengeras saat suhu rendah dan mencair saat suhu tinggi. Dengan demikian, plastik yang dapat didaur ulang adalah plastik tipe Thermoplastic (Fernsia dan Mendy, 2020).

Daur ulang sampah plastik dapat dibedakan menjadi empat cara yaitu daur ulang primer, daur ulang sekunder, daur ulang tersier dan daur ulang kuarter. Daur ulang primer adalah daur ulang limbah plastik menjadi produk yang memiliki kualitas hampir setara dengan produk aslinya. Daur ulang ini dapat dilakukan pada sampah plastik yang bersih, tidak terkontaminasi dengan material lain dan terdiri dari satu jenis plastik saja. Daur ulang

sekunder adalah daur ulang yang menghasilkan produk yang sejenis dengan produk aslinya tetapi dengan kualitas *down grade*. Daur ulang tersier adalah daur ulang sampah plastik menjadi bahan kimia atau menjadi bahan bakar. Daur ulang kuarter adalah proses untuk mendapatkan energi yang terkandung dalam sampah plastik (Kumar dkk., 2011).

Pengaruh waktu sintering terhadap sifat fisik dan mekanik komposit plastik (HDPE, PET) dengan karet ban bekas. Hasil pengujian menunjukkan bahwa spesimen hasil proses sintering mengalami penyusutan yang relatif besar dibandingkan kondisi sebelumnya. Penyusutan dimensi pada arah panjang, lebar, dan tebal tidaklah sama, hal tersebut dikarenakan tidak seragamnya gradien tekanan pada benda uji saat kompaksi.

Plastik molding merupakan metode proses produksi massal yang cenderung menjadi pilihan untuk digunakan dalam menghasilkan atau memproses komponen-komponen kecil dan berbentuk rumit. Ada dua proses pencetakan dasar, yaitu cetak injeksi dan cetak kompresi. Dalam cetak injeksi, polimer leburan dikompresi ke dalam suatu ruang cetakan tertutup. Cetak kompresi menggunakan panas dan tekanan untuk menekan polimer cair, yang dimasukkan antara permukaan cetakan, sehingga membentuk pola yang sesuai. Cetak injeksi umumnya lebih cepat dari pada cetak kompresi (Stevens,2001).

Penelitian Ahmad Khabib (2019) mengenai pengaruh variasi *compression moulding* terhadap kekuatan plastik daur ulang dari bahan *high-density polyethylene* dengan dilakukan pengujian tarik dan pengujian makro. Nilai pengujian tarik tertinggi terdapat pada tekanan  $17 \text{ kg/cm}^2$  menggunakan tutup botol air mineral yaitu sebesar  $196,660 \text{ MPa}$ . Nilai pengujian tarik terendah terdapat pada tekanan  $10 \text{ kg/cm}^2$  menggunakan botol oli yaitu sebesar  $182,994 \text{ MPa}$ . Dari hasil pengujian foto makro bentuk patahan spesimen uji tarik dapat disimpulkan bahwa jenis patahan dengan variasi tekanan, permukaannya tidak rata, dan mengalami cacat porositas. Cacat porositas yang paling banyak dan besar

terdapat pada tekanan  $7 \text{ kg/cm}^2$  dikarenakan kurangnya tekanan pada saat pengepresan.

Limbah plastik merupakan masalah bagi lingkungan, semakin banyaknya jumlah limbah plastik dapat merubah ekosistem. Untuk mengolah limbah plastik menjadi produk bernilai seperti ubin diperlukan alat kompresi molding. Banyak parameter pada mesin kompresi molding salah satunya adalah tekanan kompresi. Tekanan dapat berpengaruh terhadap ubin yang dihasilkan. Sehingga tulisan ini bertujuan untuk mengetahui dan menganalisis pengaruh tekanan pada mesin kompresi molding terhadap kekerasan skala shore D dan densitas produk ubin yang dihasilkan.

## METODE PENELITIAN

Alat *compression moulding* seperti ditunjukkan pada gambar 1.



**Gambar 1. Alat *compression moulding***

Cetakan dibuat untuk membentuk ubin dengan ukuran  $22 \times 22 \times 1 \text{ cm}$ . Cetakan ubin dapat ditunjukkan pada gambar 2.



**Gambar 2. Cetakan Spesimen**

Selanjutnya adalah proses pembuatan ubin dari plastik daur ulang jenis HDPE menggunakan mesin *compression moulding* dengan urutan persiapan plastik daur ulang jenis HDPE yang dicacah seberat 400 gram,

mengatur suhu pada 200°C dalam waktu 40 dengan *holding time* 20 menit untuk mendapatkan panas yang sama antara *heater* dan cetakan, selanjutnya penekanan pada cetakan yang berisi cacahan plastik yang sudah dipanaskan dan *finishing*. Ubin hasil daur ulang plastik HDPE setelah proses kompresi molding berbentuk persegi dengan ukuran 22 x 22 x 1 cm. Hasil ubin seperti terlihat pada Gambar 3.



**Gambar 3. Hasil Proses *Compression Moulding***

Hasil dari *Compression Moulding* tersebut kemudian dilakukan pemotongan spesimen uji sesuai dengan yang telah ditentukan. Untuk pengujian kekerasan dilakukan di Balai Pengkajian Teknologi Polimer (BPPT STP) Tangerang dengan menggunakan ASTM D2240. Setelah sampel siap dilakukan *conditioning* sampel yaitu mengondisikan sampel di dalam ruangan yang bersuhu 23°C 50% RH (*relative Humidity*) selama minimal 40 jam. Pengujian kekerasan dilakukan dengan alat durometer dengan metode *Shore D*.



**Gambar 4. Hasil potongan sampel uji kekerasan**

Pada saat satu detik dan lima belas detik dilakukan pengambilan data. Dilakukan lima kali pengujian dengan spesimen yang sama dan diambil rata-rata sampel. Sampel pengujian kekerasan seperti terlihat pada Gambar 4.

Setelah pembuatan sampel uji kemudian mengukur panjang, lebar dan tinggi spesimen untuk mencari volume, kemudian ditimbang untuk menentukan berat spesimen. Diperlukan tiga sampel untuk pengukuran untuk mencari rata-rata pada setiap variasi tekan. Hasil potongan uji densitas seperti terlihat pada Gambar 5.



**Gambar 5. Hasil potongan sampel uji densitas**

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian kekerasan pada setiap variabel suhu cetakan seperti terlihat pada Tabel 1, 2 dan 3. Hasil pengujian kekerasan *compression moulding* dengan variasi tekan 5 kg/cm<sup>2</sup>, 7 kg/cm<sup>2</sup>, dan 10 kg/cm<sup>2</sup> terlihat pada Gambar 6. grafik hasil uji kekerasan. Dalam pengujian terdapat 2 waktu yang berbeda dalam pembacaan hasil, waktu 1 detik nilai kekerasan tertinggi pada tekanan 10 kg/cm<sup>2</sup> mencapai 61,8 Shore D dan waktu 15 detik nilai kekerasan tertinggi pada tekanan 10 kg/cm<sup>2</sup> mencapai 56,3 Shore D namun pada tekanan 7 kg/cm<sup>2</sup> waktu 15 detik nilai kekerasan menurun menjadi 54,7 Shore D.

**Tabel 1. Hasil pengujian kekerasan dengan variasi tekan 5 kg/cm<sup>2</sup>**

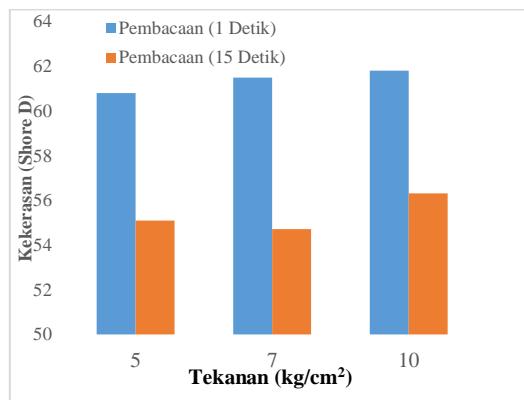
Pengukuran	1 detik (shore D)	15 detik (shore D)
1	62,0	56,0
2	64,0	54,0
3	53,0	55,5
4	62,0	54,5
5	63,0	55,5
Rata-rata	60,8	55,1
Std Deviasi	4,4	0,8

**Tabel 2. Hasil pengujian kekerasan dengan variasi tekan 7 kg/cm<sup>2</sup>**

Pengukuran	1 detik (shore D)	15 detik (shore D)
1	63,0	56,5
2	58,0	58,5
3	62,0	45,5
4	60,0	55,0
5	64,0	58,0
Rata-rata	61,5	54,7
Std Deviasi	2,4	5,3

**Tabel 3. Hasil pengujian kekerasan dengan variasi tekan 10 kg/cm<sup>2</sup>**

Pengukuran	1 detik (shore D)	15 detik (shore D)
1	62,0	57,0
2	63,0	53,0
3	63,0	57,0
4	60,0	54,5
5	61,0	60,0
Rata-rata	61,8	56,3
Std Deviasi	1,3	2,7

**Gambar 6. Grafik hasil uji kekerasan**

Menurut pengamatan yang dilakukan pada tekanan 7 kg/cm<sup>2</sup> waktu 15 detik terdapat cacat porositas sehingga pada pengujian kekerasan waktu 15 detik nilai kekerasan mengalami penurunan. Sampel cacat porositas terlihat pada gambar 7.

Cacahan plastik yang kurang sempurna dapat mempengaruhi hasil cetakan karena pada saat pemanasan plastik yang tidak meleleh sempurna dapat menyebabkan cacat spesimen atau muncul porositas. Hubungan porositas dengan kekerasan adalah semakin banyaknya

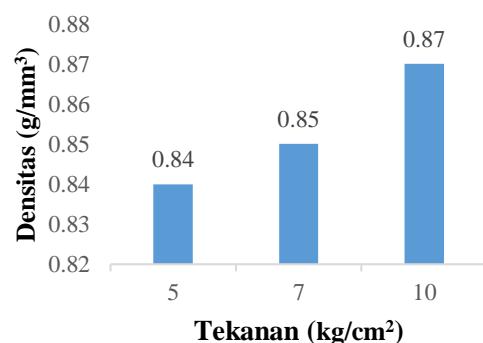
rongga pada spesimen maka akan mengurangi kekuatan pada spesimen tersebut, karena di dalam sebuah spesimen hasil cetak yang aslinya 100% padat, akan berkurang dari 100% akibat adanya rongga di dalam spesimen.

**Gambar 7. Sampel cacat porositas**

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar tekanan yang diberikan pada mesin *compression* maka nilai kekerasan pada spesimen semakin tinggi. Ubin merupakan sebuah produk yang nantinya akan dipasang pada lantai. Ubin akan menerima beban dan gesekan sehingga karakter ubin yang dibutuhkan adalah yang mempunyai nilai kekerasan yang tinggi. Rata-rata hasil pengujian densitas pada setiap variabel suhu cetakan seperti terlihat pada Tabel 3. dan Gambar 5.

**Tabel 3. Hasil uji spesimen ubin**

Tekanan (kg/cm <sup>2</sup> )	Volume (cm <sup>3</sup> )	Berat (g)	Densitas (g/cm <sup>3</sup> )
5	8,84	7,48	0,84
7	9,43	8,03	0,85
10	9,20	8,06	0,87

**Gambar 7. Grafik pengujian densitas**

Dari hasil pengujian densitas dapat disimpulkan bahwa semakin besar tekanan dapat mempengaruhi nilai densitas yang dihasilkan, dilihat pada Gambar 7. Grafik hasil uji densitas, terjadi kenaikan densitas di setiap penambahan tekanan. Nilai tertinggi pengujian densitas pada variasi tekan 10 kg/cm<sup>2</sup> yaitu 0,87 g/cm<sup>3</sup>, karena ruang cetak akan menyempit sehingga lelehan plastik akan mengisi rongga plastik lainnya sehingga akan mengalami kerapatan yang sempurna. Nilai densitas terkecil terjadi pada variasi tekan 5 kg/cm<sup>2</sup> yaitu 0,84 g/cm<sup>3</sup>, dikarenakan lelehan plastik belum menyatu sempurna dengan plastik lainnya.

Dari hasil penelitian uji densitas didapatkan hasil bahwa semakin besar tekanan yang diberikan maka semakin tinggi nilai densitasnya, dengan semakin tinggi nilai densitas maka ubin yang dihasilkan akan lebih baik karena kerapatannya semakin tinggi, dan semakin tinggi kerapatannya maka nilai kekerasan akan semakin meningkat.

## PENUTUP

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian yang dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada pengujian kekerasan nilai tertinggi terdapat pada tekanan 10 kg/cm<sup>2</sup> yaitu 61,8 *shore D* pada pembacaan 1 detik dan 56,3 *Shore D* pada pembacaan 15 detik. Nilai kekerasan terendah terdapat pada tekanan yang berbeda, 5 kg/cm<sup>2</sup> yaitu 60,8 *shore D* pada pembacaan 1 detik dan tekanan 7 kg/cm<sup>2</sup> yaitu 54,7 *shore D* pada pembacaan 15 detik. Dari pengujian ini tekanan sangat berpengaruh untuk hasil dari *compression moulding*.
2. Dari hasil pengujian densitas nilai terendah terdapat pada tekanan 5 kg/cm<sup>2</sup> yaitu sebesar 0,84 g/cm<sup>3</sup> dikarenakan lelehan plastik belum menyatu sempurna dengan plastik lainnya dan nilai tertinggi terdapat pada tekanan 10 kg/cm<sup>2</sup> yaitu sebesar 0,87 g/cm<sup>3</sup>.

## DAFTAR PUSTAKA

Ahmad Khabib Solikin, 2019, Pengaruh Variasi *Compression Moulding*

Terhadap Kekuatan Plastik Daur Ulang Dari Bahan *High-Density Polyethylene*, Semarang, 23-30.

Fernisia Richtia Winnerdy dan Mendy Laoda, 2020, Upcycled Plastics For Building Materials, Tangerang, Volume 1 Edisi 2, 157-174.

Imam Mujiarto, 2005, Sifat dan Karakteristik Material Plastik dan Bahan Aditif, Semarang, Volume 3 No 2, 65.

Kumar, S., Panda, A.K, dan Singh R.K., 2011, A Review on Tertiary Recycling of High Density Polyethylene to Fuel, Resources, Conservation and Recycling, Vol. 55, 893-910.

Stevens, M.P., 2001, Kimia Polimer, Penerjemah Iis Sopyan, Erlangga, Jakarta.

Wibowo, D.N., 2002, Bahaya Kemasan Plastik Dan Kresek, Purwokerto, 1-4.