

# **PEMBUATAN DAN KARATERISASI MATERIAL KONTRUKSI DARI LIMBAH PLASTIK LDPE (*LOW DENSITY POLYETHYLENE*) DAN PP (*POLYPROPYLENE*) DENGAN PENAMBAHAN KALSIMUM KARBONAT ( $\text{CaCO}_3$ )**

Prizqi Prakoso, S. Sigit Udjiana

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang, Indonesia  
[prizqiprakoso10@gmail.com](mailto:prizqiprakoso10@gmail.com), [[sgu.polinema@gmail.com](mailto:sgu.polinema@gmail.com)]

## **ABSTRAK**

Ekstrusi memainkan peranan penting dalam industri plastik. Ekstrusi plastik adalah proses pembuatan volume tinggi di mana plastik mentah dilebur dan dibentuk menjadi profil kontinu. Metode ini juga dapat diterapkan pada limbah plastik yang sudah terolah. Berdasarkan data dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan bahwa total jumlah sampah Indonesia di 2019 akan mencapai 68 juta ton, dan sampah plastik diperkirakan akan mencapai 9,52 juta ton. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengubah limbah *plastic industry* LDPE (*Low Density Polyethylene*) dan PP (*Polypropylene*) menjadi material konstruksi dengan menggunakan metode ekstrusi plastik. Diharapkan dengan penambahan kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) dapat meningkatkan daya tahan material yang dibentuk. Variabel berubah yang digunakan adalah komposisi LDPE atau PP sebesar (90%,80%,70%,60%) dari berat plastic dan yang masing – masing ditambahkan kalsium karbonat dan *waste rubber* sebesar 3:1 dari berat komponennya

**Kata kunci** : Limbah plastik, LDPE, PP,  $\text{CaCO}_3$ , material konstruksi

## **ABSTRACT**

*Extrusion plays an important role in the plastics industry. Plastic extrusion is a high volume manufacturing process in which raw plastic is melted and formed into a continuous profile. This method can also be applied to treated plastic waste. Based on data from the Ministry of Environment and Forestry that the total amount of Indonesian waste in 2019 will reach 68 million tons, and plastic waste is expected to reach 9.52 million tons. The purpose of this research is to convert LDPE (Low Density Polyethylene) and PP (Polypropylene) industrial waste into construction materials using the plastic extrusion method. It is expected that the addition of calcium carbonate ( $\text{CaCO}_3$ ) can increase the durability of the material formed. The changeable variable used was LDPE or PP composition of (60%, 70%, 80%, 90%) of the weight of plastic and which each added calcium carbonate and waste rubber with 3 : 1 by weight presentage of the components.*

**Keywords**: Plastic waste, LDPE, PP,  $\text{CaCO}_3$ , Construction Material

## **1. PENDAHULUAN**

Plastik adalah salah satu bahan yang dapat ditemui di hampir setiap barang. Mulai dari botol minum, alat makanan (sendok, garpu, wadah, gelas), kantong pembungkus/kresek, TV, kulkas, pipa pralon, plastik laminating, gigi palsu, sikat gigi, *compact disk*, mainan anak-anak, mesin, alat-alat militer hingga pestisida. Menurut penelitian, penggunaan plastik yang tidak sesuai persyaratan akan menimbulkan berbagai gangguan kesehatan, karena dapat

mengakibatkan pemicu kanker dan kerusakan jaringan pada tubuh manusia (karsinogenik). Selain itu plastik pada umumnya sulit untuk didegradasikan (diuraikan) oleh mikro organisme [1]. Selain itu, bahan baku utama plastik yang berasal dari minyak bumi, keberadaannya semakin menipis dan tidak dapat diperbaharui. Polimer plastik yang sulit untuk terurai menyebabkan terjadinya penumpukan limbah dan menjadi penyebab utama pencemaran dan kerusakan lingkungan hidup [2].

Pada era modern ini makin banyak pengguna plastik khususnya dalam pengemasan makanan. Sehingga mengakibatkan penimbunan sampah yang cukup pesat khususnya di negara Indonesia dengan prolehan plastik limbah yang tidak diolah dengan benar sebanyak 0,48-1,29 MMT/tahun [3]. Dengan adanya permasalahan tersebut, salah satu upaya untuk menanggulangi masalah tersebut adalah dengan mengolahnya kembali (*recycle*) menjadi material kontruksi yang dapat menggantikan fungsi batu bata. Agar material kontruksi yang dihasilkan dapat menahan beban lebih, komposisinya ditambahkan kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) dan bubuk limbah karet dalam variabel tertentu. Selain itu kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) juga berperan penting untuk membuat material kontruksi tersebut agar tahan terhadap pelapukan, serangan serangga juga meminimalisir daya serap air yang dapat mengurangi daya tahannya.

Ekstrusi memainkan peranan penting dalam industri plastik. Ekstrusi plastik adalah proses pembuatan volume tinggi di mana plastik mentah dilebur dan dibentuk menjadi profil kontinu. Ekstrusi adalah proses yang berkelanjutan, tidak seperti pencetakan, yang merupakan proses siklik. Sekitar 65% dari semua plastik yang digunakan saat ini melewati ekstruder [4].

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan secara ekperimental, dimana penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi plastic LDPE (*Low Density Polyethylene*) dan PP (*Polypropylene*) yang sesuai dengan standar baku mutu batu bata, agar dapat menggantikannya. Selain itu juga ditambahkan *waste rubber* dan  $\text{CaCO}_3$  sebagai komposisi tambahan untuk meningkatkan daya tahan *brick* yang dihasilkan.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian kali adalah *Extruder plastic*, dimana prinsip kerja alat ini yaitu dengan melelehkan butiran plastik yang sudah masuk kedalam *Hopper* dengan bantuan *heater* yang memberi suhu dengan panas sedikit diatas titik lebur plastik LDPE (*Low Density Polyethylene*) dan PP (*Polypropylene*). Kemudian akan dicetak pada *brick molding*, lalu akan didinginkan pada *fresh water* selama 2 jam.

### 2.1. Alat dan Bahan

Selain *Set Plastic Extruder* beberapa alat penunjang lainnya diantaranya : Neraca Analitik, Kaca Arloji, *Beaker Glass* 500ml, Spatula, *Furnace*, *Molding*, *Mini Bandsaw*, dan *Universal Testing Machine*. Sedangkan bahan yang digunakan pada penelitian ini diantaranya : limbah plastik LDPE, limbah plastik PP, *waste rubber*, kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ), Aquades, dan minyak canola.

### 2.2. Prosedur Penelitian

Seleksi bahan dilakukan terlebih dahulu lalu dicuci dan dikeringkan terlebih dahulu sebelum di bentuk menjadi *granule* kecil menggunakan mesin pencacah. Setelah itu dilakukan pemisahan mana yang termasuk dalam LDPE (*Low Density Polyethylene*) dan PP (*Polypropylene*). Perlakuan yang sama untuk *waste rubber* dengan dilakukan pengeringan

menggunakan *furnace* dengan suhu 450 – 500°C selama 2 jam. Lalu angkat dari *furnace* dan dinginkan sebelum digunakan dalam *Extruder Plastic*.

Hasil dari seleksi bahan berupa *granule* plastik LDPE, PP, *waste rubber*, CaCO<sub>3</sub> disiapkan untuk dijadikan umpan masuk kedalam *hopper* mesin *extruder plastic*. Sebelum itu set *heater* dalam *hopper* sampai suhu 170°C agar sedikit melebihi titik lebur plastik PP. Setelah sudah siap, campurkan *granule* plastik LDPE (*Low Density Polyethylene*) atau PP (*Polypropylene*) dengan variabel berubah yang digunakan adalah komposisi LDPE atau PP sebesar (90%,80%,70%,60%) dari berat plastik dan yang masing – masing ditambahkan kalsium karbonat dan *waste rubber* dengan perbandingan komposisi 3:1 dari berat komponennya. Sedangkan sisa komposisinya akan diisi dengan bubuk karet dan CaCO<sub>3</sub>. Diujung *nozzle extruder* diletakkan *Brick Molding* dan didinginkan dalam air dengan suhu ruangan selama 2 jam agar dapat mengeras dengan baik. Setelah 24 jam didiamkan pada suhu ruangan, baru dapat dilakukan pengujian dan analisisnya.

Variabel tetap dalam penelitian ini diantaranya : suhu peleburan 450 – 500°C, suhu pemanas *hopper* 170°C, suhu pendinginan 30°C, waktu pembentukan 170°C, cetakan berupa *brick*. Lalu untuk variabel berubah diantaranya : persentase plastik PP dan LDPE (60%,70%,80%,90%), komposisi CaCO<sub>3</sub> dan *waste rubber* dengan perbandingan 3 : 1. Sedangkan variabel terikatnya yaitu uji tekan dan densitas.

### 2.3. Teknik Pengumpulan dan Analisa Data

Data yang diperlukan dalam melakukan Analisa diantaranya komposisi LDPE (*Low Density Polyethylene*) dan PP (*Polypropylene*) juga *waste rubber* dan CaCO<sub>3</sub> yang dibutuhkan. Suhu juga berpengaruh pada proses *melting plastic* pada *extruder*. Parameter yang akan diujikan pada sampel percobaan diantaranya: uji tekan dan uji tarik dengan menggunakan *Universal Testing Machine* juga pengujian *density*.

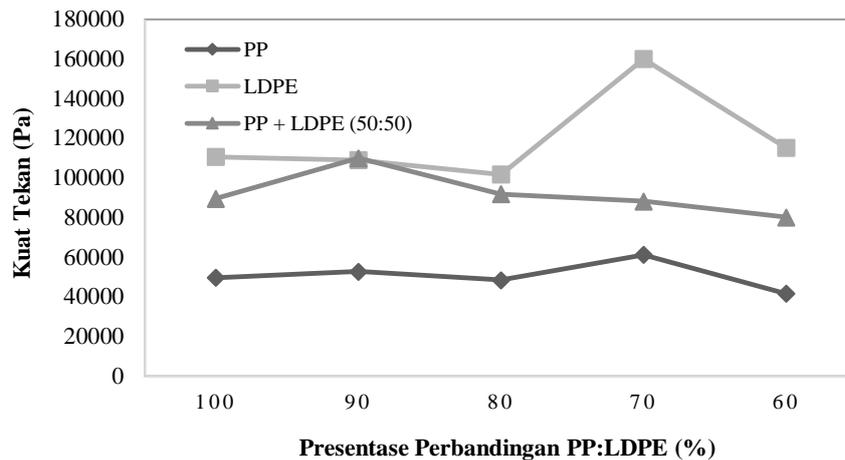
Dari hasil penelitian dan pengambilan data akan ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik untuk mengetahui pada sampel keberapakah daya tahan *brick* yang dihasilkan dapat menahan dengan lebih kuat atau setara dengan batu bata konvensional, begitu juga dengan uji densitasnya.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Data Hasil Uji Tekan

Data ini didapatkan dari hasil uji test material yang dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Polinema menggunakan UTM (*Universal Testing Machine*) untuk melakukan serangkaian proses uji tekan. Sebelum dilakukan pengujian, spesimen dibentuk terlebih dahulu menjadi bentuk kubus dengan dimensi ukuran 30mmx30mmx30mm dengan menggunakan *Bandsaw Machine*.

Dapat dilihat dari Gambar 1 bahwa kuat tekan tertinggi PP (*polypropylene*) dengan campuran LDPE (*Low Density Polyethylene*) hanya memiliki kuat tekan tertinggi sebesar 109896,1111 pa yang merupakan hasil terbaik yang bisa didapatkan yaitu pada percobaan variable 90%. Tetapi jika melihat hasil grafik yang diberikan oleh LDPE saja ia dapat menahan hingga 160069.3889 pa, dimana terdapat perdedaan kuat tekan hingga 50.173,2778 pa. Jika dibandingkan, perbedaan ini cukup signifikan melihat juga bahan plastik yang digunakan dalam variabel 70% pada LDPE hanya 70% dari berat total. Sedangkan pada PP dengan campuran LDPE membutuhkan 90% dari berat totalnya.

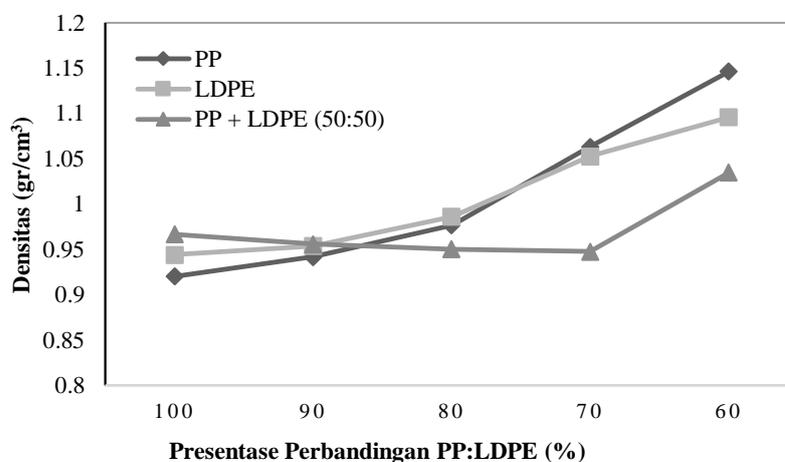


**Gambar 1.** Grafik data hasil uji tekan secara keseluruhan

Berbeda dengan kajian jurnal terdahulu [5] dimana didapatkan hasil uji tekan terbaik sebesar 170000 pa, pada sample keduanya yang menggunakan 70% PP + 20% *waste rubber*, dan 10%  $\text{CaCO}_3$  dengan nilai densitas 0,5993  $\text{gr/cm}^3$ . Tetapi pada jurnal ini tidak mencantumkan apakah mereka mengukur densitasnya saat dalam bentuk batu batu yang diciptakan atau hanya mengukur densitas plastik PP yang digunakan saja. Maka dapat disimpulkan bahwa LDPE (*Low Density Polyethylene*) adalah bahan yang terbaik untuk dijadikan material konstruksi meskipun ia sudah menjadi limbah industri.

### 3.2 Data Hasil Uji Densitas

Pada proses pengujian uji densitas pada setiap spesimen yang akan diuji menggunakan minyak canola sebagai fluida dan gelas ukur sebagai medianya. Latar belakang mengapa menggunakan minyak canola sebagai fluida disini dikarenakan ada beberapa variabel yang tidak dapat diukur densitasnya jika menggunakan air, dikarenakan spesimen tersebut memiliki nilai densitas cukup rendah dibawah  $1\text{gr/cm}^3$ . Berikut adalah tabel hasil pengujian densitas terhadap spesimen yang sama pada pengujian uji tekan sebelumnya.



**Gambar 1.** Grafik data hasil uji densitas secara keseluruhan

Batako diklasifikasikan menjadi dua golongan yaitu batako normal dan batako ringan. Batako normal tergolong beton yang memiliki densitas 2,2 - 2,4  $\text{gr/cm}^3$  dan kekuatannya tergantung komposisi campuran beton (*mix design*). Sedangkan batako ringan merupakan

beton yang memiliki densitas  $< 1,8 \text{ gr/cm}^3$ , kekuatannya biasanya disesuaikan pada penggunaan dan pencampuran bahan bakunya (*mix design*) [6]. Jika dibandingkan dengan batako, densitas yang dimiliki batu bata berbahan dasar PP (*polypropylene*) tergolong ringan.

Untuk nilai densitas terendah sendiri sama halnya dengan grafik sebelumnya yang menggunakan bahan dasar PP (*polypropylene*) yaitu dipegang oleh blanko itu sendiri dan densitas terberat di dapatkan oleh variabel 60% dengan komposisi 60% LDPE (*Low Density Polyethylene*) + 40% perekat (3:1;  $\text{CaCO}_3$ : Karet) sebesar  $1,0957 \text{ gr/cm}^3$ . Lalu pada spesimen ini juga tercatat kuat tekan terbaik diperoleh variabel 70% dengan komposisi 70% LDPE + 30% perekat (3:1;  $\text{CaCO}_3$ : Karet) dimana ia dapat menahan hingga  $160069.3889 \text{ pa}$ . dan jika dilihat nilai densitasnya, pada variabel 70% ini juga menghasilkan nilai densitas yang lebih ringan daripada batu bata konvensional yang dibuat dengan bahan dasar tanah liat yang memiliki nilai densitas rata – rata  $2,2 - 2,4 \text{ gr/cm}^3$  [6].

Pada dasarnya semua grafik yang dihasilkan oleh setiap jenis plastik dan variabel, memberikan garis *trendline* cenderung naik dari blanko (100%) hingga variabel 60%. Meskipun hasil terbaik berbeda dengan kajian jurnal terdahulu [5] dengan mendapatkan nilai densitas  $0,7421 \text{ gr/cm}^3$  pada spesimen yang menggunakan PP sebagai dasar. Tetapi pada jurnal ini tidak mencantumkan apakah mereka mengukur densitasnya saat dalam bentuk batu batu yang diciptakan atau hanya mengukur densitas plastik PP yang digunakan saja.

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

##### 4.1. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dari serangkaian penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan jenis plastik LDPE (*Low Density Polyethylene*) lebih dapat menahan beban lebih jika dibandingkan dengan PP (*polypropylene*) maupun keduanya [PP + LDPE (50:50)] dimana LDPE dapat menahan hingga  $160069,3889 \text{ pa}$ . Lain halnya jika menyangkut uji densitasnya, jenis plastik tidak memiliki pengaruh yang besar dikarenakan jumlah persentase perekat pada setiap variabel-lah yang paling mempengaruhi nilai densitas. Karena semakin besar persentase perekat yang diberikan semakin banyak pula komposisi kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) pada material konstruksi.

Selain itu komposisi terbaik ditunjukkan oleh variabel 70% (70%LDPE + 30%perekat) dengan bahan dasar LDPE (*Low Density Polyethylene*) dimana spesimen ini kuat menahan hingga  $160069,3889 \text{ pa}$ , dengan densitas sebesar  $1,052607 \text{ gr/cm}^3$  yang lebih ringan dari batako konvensional.

##### 4.2. Saran

Untuk penelitian kedepannya diharapkan lebih selektif dalam memilih bahan dasar (*plastic*) sebagai material konstruksinya. Dikarenakan jika limbah plastik yang digunakan sudah mengalami proses *recycle* lebih dari 2 kali itu akan mempengaruhi kualitas material konstruksi yang akan diproduksi.

Hal ini dapat dibuktikan bahwa beberapa variabel tidak dapat menjadi batu bata dengan sempurna dan dapat membuatnya retak terlebih dahulu pada proses pendingingannya dalam cetakan. Jenis plastik juga mempengaruhi kekuatan material konstruksi yang diproduksi, terbukti bahwa jenis plastik LDPE (*Low Density Polyethylene*) lebih cocok digunakan sebagai material konstruksi jika dibandingkan dengan plastik jenis PP (*Polypropylene*).

## REFERENSI

- [1] Karuniastuti, N., 2013, *Bahaya Plastik terhadap Kesehatan dan Lingkungan*, Swara Patra Maj. Pusdiklat Migas 3, 6–14.
- [2] Udjiana, S., Hadianoro, S., Syarwani, M., Suharti, P.H., 2019, *Pembuatan dan Karakterisasi Plastik Biodegradable dari Umbi Talas (*Xanthosoma sagittifolium*) dengan Penambahan Filler Kitosan dan Kalsium Silikat*, Jurnal Teknik Kimia dan Lingkungan, Vol. 3, No. 1, 10-19.
- [3] Jambeck, J.R., Andrady, A., Geyer, R., Narayan, R., Perryman, M., Siegler, T., Wilcox, C., Lavender Law, K., 2015, *Plastic Waste Inputs From Land Into The Ocean*, Science, Vol. 347, 768-771.
- [4] Rommel, E., 2013, *Making Lightweight Aggregate Concrete From Artificial Plastic 9*, 137–147
- [5] Shiri, N.D., Kajava, P.V., Ranjan, H.V., Pais, N.L., Naik, V.M., 2015, *Processing of Waste Plastics into Building Materials Using a Plastic Extruder and Compression Testing of Plastic Bricks*, Journal of Mechanical Engineering and Automation, Vol. 5, No. 3B, 39-42
- [6] Wijanarko, W., 2008, *Metode Penelitian Jerami Padi sebagai Pengisi Batako*, Skripsi, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.